

# О жизненном цикле информационных систем, основанных на открытых Web-технологиях

С. Кратов

*ИВМиМГ СО РАН*

**Аннотация.** В статье описывается полный жизненный цикл информационной системы, основанной на открытых Web-технологиях с точки зрения разработчиков и системных администраторов, начиная с выработки технического задания на ее создание и до ввода системы в эксплуатацию и ее последующей бесперебойной работы. В качестве примера описывается процесс создания информационной системы Фонда алгоритмов и программ СО РАН (<https://fap.sbras.ru>).

**Ключевые слова:** поддержка масштабируемых архитектур, библиотеки, модули, PHP, СУБД, репозитории, аудит безопасности и уязвимостей, требования к аппаратному обеспечению сервера, управление сервером, спецификации программной среды, тестирование прототипов программ, анализ статистики, Web

## About the life cycle of information systems based on open Web-technologies

S. Kratov

*ICM&MG SB RAS*

**Abstract.** The article describes the full life cycle of an information system based on open Web-technologies from the point of view of developers and system administrators, starting with the development of technical specifications for its creation and ending with the system's launching into operation and its subsequent uninterrupted operation. As the example, the creation process of the information system for the Foundation of Algorithms and Programs of the SB RAS (<https://fap.sbras.ru>) is described.

**Keywords:** architecture scalability support, CMS, libraries, modules, PHP, RDBMS, repositories, security and vulnerabilities audit, server hardware requirements, server management, software environment specifications, software prototypes testing, statistics analysis, Web

## **1. Введение**

В 2008 году Министерством информационных технологий и связи Российской Федерации была разработана Концепция развития разработки и использования свободного программного обеспечения (СПО) в Российской Федерации. Необходимость специальных мер, направленных на развитие разработки и использования СПО в Российской Федерации, была обусловлена отставанием России в данной сфере от экономически развитых стран. В упомянутой выше Концепции в списке функций инфраструктуры отдельным пунктом было выделено: сбор и хранение разработок СПО, созданных за счет бюджетной системы Российской Федерации, а также учет и реализация прав на их использование. Примерно в это же время (2008-2009 г.) в Сибирском Отделении РАН было принято решение о создании Фонда алгоритмов и программ, который был предназначен для накопления, систематизации, хранения и использования программных продуктов, разработанных в институтах СО РАН (Постановление № 594 Президиума СО РАН от 20.11.2008). Предпосылками для создания такого каталога программ и баз данных явилось почти полное отсутствие информации о новых разработках ученых. При создании Фонда были определены следующие задачи его функционирования:

- экспертиза программных продуктов, разработанных в организациях СО РАН и подаваемых в ФАП СО РАН;
- регистрация и каталогизация таких алгоритмов, программных средств и информационных ресурсов; обеспечение доступа к ним;
- организационная и информационная поддержка распространения зарегистрированных в Фонде программных продуктов.

Фонд алгоритмов и программ начал работу в 2010 году. Несмотря на то, что он имеет название ФАП СО РАН, свои программы и базы данных регистрируют разработчики из различных организаций России.

Разработка и функционирование информационной системы Фонда алгоритмов и программ СО РАН описывается в данной статье в качестве практического примера жизненного цикла информационных систем, основанных на Web-технологиях.

## **2. Технологический стек разработки информационной системы**

Разработка информационной системы Фонда алгоритмов и программ СО РАН осуществлялась на базе системы управления контентом (CMS - Content Management System) Drupal. CMS предоставляют удобные интерфейсы для администрирования и управления контентом итоговой информационной системы (ИС) и в связи с этим часто используются при

создании информационных систем, доступных через Web [1-3]. В настоящее время для разработчиков доступен ряд систем управления контентом, как свободных, так и коммерческих. Среди наиболее часто используемых можно выделить такие, как WordPress, Drupal, Joomla!, 1С-Bitrix.

По совокупности параметров (функциональность ядра, возможности расширения с помощью внешних модулей, возможность написания собственных модулей, тип лицензии) для создания информационной системы ФАП СО РАН была выбрана CMS Drupal [4-6]. Drupal является свободно-распространяемой CMS/CMF (Content Management Framework), отличается хорошей масштабируемостью и гибкостью. Для данной CMS сторонними разработчиками написано большое количество подключаемых модулей, расширяющих ее стандартный функционал [7]. Разработка информационной системы ФАП СО РАН на базе CMS Drupal позволила объединить все информационные ресурсы Фонда на базе единой платформы, упростила размещение контента и администрирование ИС.

Технологическая основа фреймворка:

- язык разработки – PHP (версий от 5 и до более поздних),
- реляционная СУБД (MySQL, PostgreSQL),
- веб-сервер (Apache, nginx, IIS и пр.),
- операционная система семейств Linux или Windows (и иные, на которых может работать интерпретатор PHP).

Использование данной технологической платформы позволило существенно снизить временные и материальные затраты на создание информационной системы ФАП СО РАН [8], избавило от необходимости в написании и тестировании базового функционала ИС.

На сегодняшний день являются актуальными и, следовательно, могут быть рекомендованными для разработки 7-я и 8-я версии CMS. Оба варианта имеют свои преимущества и недостатки:

- Использование 7-ой версии целесообразно, потому что она являлась основной версией CMS в течение нескольких лет и за этот промежуток времени сторонними разработчиками были написаны тысячи модулей, реализующих отдельные функции информационных систем, уже опробованные в работе, протестированные как на совместимость с другим ПО, так и на наличие ошибок и уязвимостей в них. В то же время 7-ая версия на сегодняшний день уже является устаревающей с точки зрения разработчиков ядра CMS. Для большинства ее модулей, совместимых с данной версией, выпускаются только обновления, связанные с исправлением найденных проблем в безопасности. Функциональность модулей расширяется достаточно редко.

- Задействование в работе 8-ой версии CMS дало бы в итоге более технологичный вариант системы, так как 8-ая версия основана на современных фреймворках и шаблонизаторах Symfony2 и Twig. Но при этом значительная часть существующих модулей не импортированы на 8-ую версию ядра и было бы необходимо написание их функционала с нуля, что потребовало бы дополнительных временных и финансовых затрат.

По совокупности перечисленных причин для реализации информационной системы в качестве ядра была выбрана 7-я версия CMS Drupal.

Также в качестве одного из вариантов создания информационной системы ФАП СО РАН рассматривалось использование опыта и наработок готовых сборок (distribution) на основе CMS Drupal, предназначенных для решения схожих задач: создания сайтов университетов, исследовательских лабораторий и корпоративных сайтов (OpenScholar, Research Lab, Open Atrium, Corporative site). Сборки представляют собой ядро CMS Drupal с предустановленным набором дополнительных модулей (а также возможно специализированных модулей, разработанных авторами сборок), предназначенных для создания информационных систем, которые будут решать вышеперечисленные задачи. Даже если ни одна из сборок не удовлетворит в полной мере функциональности, требуемой от результирующей информационной системы, их решения и наработки могут оказаться полезными в процессе разработки собственного решения.

### **3. Этапы проектирования и разработки информационной системы**

В жизненном цикле информационной системы можно выделить следующие основные этапы:

Составление технического задания на проектирование/разработку, в частности:

- Согласование функциональности системы со всеми заинтересованными сторонами.
- Разработка технического задания (ТЗ) в соответствии с согласованным функционалом.
- Подготовка прототипов дизайна для передачи их дизайнеру.
- Обсуждение прототипов и сроков изготовления дизайна с дизайнером и ответственными лицами института.
- Распределение заданий по коллективу разработчиков, согласование сроков реализации и порядка взаимодействия участников.

Срок реализации этапа составления ТЗ составляет от 2 недель и во много зависит от компетенции ответственного сотрудника со стороны заказчика и уровня его полномочий для принятия решений о функциональности разрабатываемой информационной системы. В случае ИС Фонда составление первоначального ТЗ на разработку заняло 2 недели. В процессе реализации и дальнейшего функционирования информационной системы в ТЗ вносились правки для соответствия меняющимся внешним условиям (изменение требований к функциональности и программного окружения, в котором функционирует ИС). Исполнители этапа:

- Разработчики со стороны ИВМиМГ СО РАН (головная организация ФАП СО РАН).
- Представители заказчика системы - СО РАН.
- Общая координация - технический директор со стороны ИВМиМГ СО РАН.

Разработка программного обеспечения ИС:

- Выделение серверов или виртуальных машин для разработки системы, инсталляция операционных систем на сервера.
- Обеспечение разработчиков доступом к серверам.
- Разработка базового функционала ИС.
- Разработка интерфейсных форм и дизайна системы в целом.
- Разработка коннекторов к репозиториям свободного ПО (при необходимости).
- Разработка коннекторов к демонстрационной площадке свободного ПО (при необходимости).
- Разработка документации пользователей и администратора системы.

Срок реализации данного этапа зависит от сложности создаваемой ИС. В случае ИС Фонда разработка первой рабочей версии, запущенной в тестовую эксплуатацию составила полтора месяца. Исполнители этапа – администраторы и разработчики со стороны исполнителя. Общая координация - технический директор со стороны исполнителя.

#### **4. Требования к аппаратному и программному окружению информационной системы**

На основе опыта предыдущих разработок информационных систем аналогичного класса к аппаратному обеспечению сервера для последующей работы информационной системы были предъявлены следующие требования:

Аппаратный или выделенный сервер:

- Процессор: не менее 1 выделенного ядра серверного процессора (лучше отдельный процессор целиком).

- Оперативная память: не менее 2 Гб для ОС в целом.
- Дисковое пространство: не менее 10 Гб под ОС в целом. При активной работе с системой в будущем размер дискового пространства необходимо будет увеличивать.
- Сетевой порт 1Гб/с.
- Выделенный IP-адрес.
- Внешний доступ по протоколам HTTPS, FTP и SSH.
- Возможность отправки и получения почты.

Требования к программному окружению:

Базовая среда:

- ОС семейства Linux (например, Ubuntu Server 16.04).
- СУБД (MySQL5.X и PostgreSQL9.X последних стабильных версий).
- PHP7.X последней стабильной версии (минимальный набор дополнительных модулей libapache2-mod-php7.0, php7.0-curl, php7.0-dom, php7.0-gd, php7.0-mbstring, php7.0-pdo-pgsql).
- Веб-сервер (Apache2.X последней стабильной версии).

Дополнительные пакеты:

- Веб-интерфейсы для СУБД (phpmyadmin, phppgadmin).
- Почтовый сервер (postfix).
- SSH-сервер (openssh-server).
- Менеджер пакетов для PHP (composer).
- Система контроля версий (git).
- Консольный интерфейс для Drupal (drush).

Порты:

- Открытые наружу порты (FTP, HTTPS, SMTP, SSH).

Для разработчиков и администратора нужны полные административные (root/sudoers) права на программное окружение сервера. Либо, как минимум:

- права на создание/правку каталогов и вложенных файлов с конфигурациями apache, php, mysql, postgres,
- права владельца на каталоги с публичными файлами веб-сервера,
- права на установку дополнительных пакетов (например, модулей PHP),
- права в СУБД на создание баз, пользователей и назначение им прав,
- права на управление (перезапуск) сервисами веб-сервера и СУБД.

В процессе работы разработчиков конкретной информационной системы могут понадобиться и быть использованы и дополнительные библиотеки, модули, инструменты, не перечисленные в требованиях выше.

## **5. Тестирование разработанной информационной системы**

По завершения первых этапов – проектирования и разработки следует переход к этапу тестирования разработанной системы [9-11]:

- Проведение тестовых обучающих занятий с пользователями на технической версии системы (без дизайна).
- Аprobация функциональности системы потенциальными пользователями.
- Получение первых версий дизайна. Выбор и согласование версии, создание оформления системы.
- Сбор замечаний к функциональности, интерфейсу системы, документации.

Срок реализации этапа зависит от сложности ИС и компетенций как тестировщиков со стороны разработчиков, так и ответственных сотрудников заказчика, принимающих разработанную ИС. Исполнители этапа:

- Потенциальные пользователи – разработчики наукоемкого ПО.
- Представители заказчика системы – СО РАН.

В процессе тестирования версия ИС разворачивается на отдельном сервере, на котором начинают работать пользователи. Создается ряд тестовых аккаунтов пользователей с ролями (списком полномочий), аналогичными реальным, для оценки функциональности и интерфейса системы для разных пользовательских ролей. На основной рабочей версии системы данные тестовые пользователи большую часть времени блокированы для исключения случайной порчи/потери данных. И используются только для кратковременной оценки вносимых изменений.

Следует учитывать, что тестовая версия системы в тот или иной момент времени может не полностью совпадать с основной рабочей версией. В случае необходимости получения точной копии следует направлять запрос техническим администраторам системы.

Все выявленные на этапе тестирования ошибки устраняются, также выполняются согласованные дополнения/изменения функциональности системы и вносятся правки в ее документацию:

- Внесение согласованных с ответственными лицами правок в код и интерфейсы системы.
- Ввод в эксплуатацию тестовой версии системы.
- Правка документации в соответствии с внесенными изменениями.
- Ввод в эксплуатацию итоговой версии системы.

В случае ИС Фонда тестирование заняло две недели. В период тестовой эксплуатации (неделя) обеспечивается техническая и консультационная поддержка пользователей силами технических сотрудников исполнителя.

## **6. Поддержка системы после запуска ее в эксплуатацию**

По окончании тестового периода система полноценно вводится в эксплуатацию и для обеспечения ее бесперебойного и безопасного функционирования осуществляется администрирование как самой системы, так и программного и аппаратного окружения в котором она функционирует [12, 13]:

- поддержка в работоспособном состоянии программного обеспечения Web-сервера,
- администрирование Web-сервера и портала,
- установка на Web-сервер операционной системы и иного программного обеспечения, необходимого для работы системы,
- работы по конфигурированию программного обеспечения на Web-сервере. Настройка Web-сервера, служб удаленного администрирования, брандмауэров. Обеспечение безопасности Web-сервера и системы (защита от несанкционированного доступа к информации, просмотра или изменения системных файлов и данных). Выявление ошибок программного обеспечения и принятие мер по их исправлению.
- регистрация пользователей системы, назначение идентификаторов и паролей, установка прав доступа и контроль использования ресурсов (по согласованию с редактором системы),
- обеспечение своевременного копирования, архивирования и резервирования данных системы, принятие мер по восстановлению работоспособности системы и Web-сервера при программных сбоях,
- анализ трафика, составление отчетов по обращениям к Web-серверу,
- разработка предложений по развитию и модернизации программно-технического комплекса системы,
- актуализация/развитие программного обеспечения серверной части системы, обеспечивающего возможность выполнения функций системы в соответствии с поставленными задачами, проведение его тестирования и отладки,
- сопровождения разработанного программного обеспечения и иных программных средств информационной системы,
- модернизация интерфейса системы (с привлечением стороннего Web-дизайнера в случае необходимости),
- разработка мероприятий по информационной безопасности портала и обеспечение их проведения (по согласованию с зам.директора по ИТ),



- организация продвижения Web-сервера в сети Интернет (в рамках бюджета, выделенного на эти цели).

Сроки - все время активной эксплуатации системы. Исполнители - сетевые/системные администраторы исполнителя. При необходимости привлекаются разработчики и фронтенд-разработчики, дизайнеры.

## **7. Развитие функциональности системы**

Дальнейшими этапами жизненного цикла системы могут быть, например, такие, как:

- Доработка функционала системы в соответствии с рекомендациями, собранными в первый рабочий период.
- Реализация второстепенных функций, повышающих удобство пользования. Например, таких как:
  - Разработка версии ИС для различных мобильных устройств (разделение в зависимости от разрешения экрана и вычислительной мощности) и работающих на них операционных систем (iOS, Android и пр.).
  - Организация постоянного и общедоступного экспорта анонсов материалов ИС с разбивкой на тематические ленты в формате RSS (Really Simple Syndication), а также обратная интеграция новостей с сайтов схожей тематики.
  - Организация электронных почтовых рассылок по сформированным и постоянно обновляемым группам пользователей.
  - Организация сбора статистики посещений ИС в целом, определение наиболее популярных материалов, статистика загрузок файлов, источников посетителей (поисковые системы, социальные сети, иные сайты и пр.) и иных параметров. Проведение регулярного анализа статистических данных о посещаемости отдельных информационных материалов и системы в целом.

Срок реализации этапа – в зависимости от вариантов развития.

## **8. Заключение. Регулярные работы мониторинга состояния системы и ее модернизации.**

После запуска информационной системы в эксплуатацию начинается основной и чаще всего наиболее длительный этап ее жизненного цикла. Для успешного прохождения данного этапа требуется привлечение квалифицированных системных администраторов и поддержка пользователей системы [14]. Например, для информационной системы ФАП СО РАН на регулярной основе выполняется следующий набор задач:

- Конфигурация программного обеспечения на хостинге системы (настройка параметров Web-сервера (переключение на последнюю версию PHP, совместимую с используемым ядром CMS; установка SSL сертификата и принудительный перевод на работу по безопасному протоколу HTTPS), служб удаленного доступа и администрирования (регулярная смена паролей панели хостинга, FTP пользователя, владельца БД)) с целью обеспечения безопасности Web-сервера и самой информационной системы (защита от несанкционированного доступа к информации, просмотра или изменения системных файлов и данных).
- Проведение ревизии файловой системы хостинга с удалением файлов, не имеющих отношения к работе информационной системы, в случае их обнаружения (вирусных или системных зараженных файлов), заменой системных директорий и файлов на их «чистые» копии (из репозитория разработчиков, модулей CMS и сторонних библиотек) и выставлением на них корректных прав доступа.
- Осуществление полного анализа логов информационной системы за предшествующий период со времени предыдущей проверки:
  - Попытки доступа к закрытому содержимому.
  - Попытки доступа к несуществующим страницам системы.
  - Работа с содержимым (появление новых материалов и редактирование существующих).
  - Сообщения интерпретатора php о возникающих предупреждениях и проблемах в процессе работы информационной системы.
  - Список действий, затронувших системные настройки.
  - Список действий над пользователями (регистрация новых и изменение прав и полномочий у существующих).
- Проведение ревизии списка пользователей информационной системы с удалением неправомочных пользователей и пользовательских ролей и откатом произведенных ими действий. Осуществление смены паролей пользователей, имеющих расширенные полномочия (редактора системы, администратора CMS). Произведение проверки прав доступа у различных пользовательских ролей и контроль активности пользователей за предшествующий 2-недельный период.
- Актуализация до последних на текущий момент версий ядра CMS, всех дополнительных модулей и библиотек,

используемых в работе информационной системы (защита контактной формы от СПАМа, визуальный редактор, обработчики изображений, меню). Проведение проверки совместимости новых версий с программным обеспечением хостинга сайта.

- Выдача рекомендаций пользователям информационной системы, имеющим административные полномочия, по осуществлению регулярного мониторинга состояния информационной системы:
  - Отслеживанию актуальности версий ядра и дополнительных модулей CMS, своевременному их обновлению в случае выхода патчей безопасности от разработчиков.
  - Отслеживанию актуальности версий сторонних библиотек в файловом менеджере хостинга, своевременному их обновлению в случае выхода патчей безопасности от разработчиков.
  - Просмотру списка пользователей на предмет появления новых и изменения ролей у зарегистрированных ранее пользователей.
  - Просмотру списка операций над информационным содержимым – появление нового контента и редактирование старого.
  - Просмотру общих логов.
  - Обеспечению регулярного резервирования данных информационной системы с целью обеспечения восстановления работоспособности информационной системы при программных сбоях и/или заражении/взломах.

Выполнение данных условий позволяет обеспечивать бесперебойное и безопасное функционирование системы в течение всего срока ее эксплуатации вплоть до момента окончания ее работы.

Практическим результатом эксплуатации информационной системы ФАП СО РАН является проведение экспертизы с последующей регистрацией и каталогизацией в Фонде более 260 наукоемких программных продуктов и более 30 баз данных. В процессе экспертизы отклонялось в среднем 10% заявок. Так как результатом регистрации программного продукта или базы данных в Фонде является организационная и информационная поддержка их распространения и никакого юридического статуса свидетельство о регистрации в Фонде не дает, оформление и регистрация примерно 25% заявок не доведены заявителями до конца. Двадцать зарегистрированных программ и БД переведены в архив Фонда по просьбе авторов/заявителей.

Большая часть принятых в Фонд ПО и БД были зарегистрированы в первые годы работы Фонда. В настоящее время динамика регистрации программных продуктов и баз данных в Фонде к сожалению является отрицательной. Основной причиной подобной динамики является отсутствие организационной и финансовой поддержки деятельности Фонда вышестоящими инстанциями. Тем не менее на данный момент в информационной системе Фонда в процессе редактирования заявителями находятся около 60 заявок, 16 заявок подписаны авторами и отправлены на экспертизу. Средняя посещаемость страниц информационной системы Фонда на сегодняшний день составляет около 10000 в неделю.

Данная работа проводилась в рамках бюджетного проекта ИВМиМГ СО РАН № 0315-2019-0006.

### **Список литературы**

1. Kratov S. On the approaches to the development of a scientific organization website // RPC 2018 - Proceedings of the 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications, 8482177, 2018. — <https://doi.org/10.1109/RPC.2018.8482177>
2. Drucker J., Svensson P.B.O. The why and how of middleware // Digital Humanities Quarterly, vol. 10, iss. 2, 2016.
3. Atayero A.A., Chijioke-keme, Ogunjobi B. FOSS implementation of an educational virtual office suite // EDULEARN14: 6th International Conference on Education and New Learning Technologies, 2014. — P. 5018-5027.
4. Mitropoulos S., Baltasis G.D., Rodios M., Douligeris C. SocialLib: a collaborative digital library model platform using Web 2.0 // Electronic Library. Volume: 32. Issue: 5, 2014. — P. 622-641.
5. Taylor L., Rusack E., Zemleris V. A new information architecture, website and services for the CMS experiment // Journal of Physics Conference Series, vol. 396, International Conference On Computing In High Energy And Nuclear Physics 2012 (CHEP2012), PTS 1-6, 2012.
6. Smyrnoya-Trybulska E. Information and educational environment of the faculty of ethnology and sciences of education on the Internet // ICT For Competitiveness 2012, 2012. — P. 236–243.
7. Zybarev Y., Kratov S. The project office for bioresource collections management // SIBIRCON 2019 - International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, Proceedings 8958441, 2019. — P. 657-660. — <https://doi.org/10.1109/SIBIRCON48586.2019.8958441>
8. Kratov S. The information system for the scientific news site support // Proceedings - 2017 International Multi-Conference on Engineering,

- Computer and Information Sciences, SIBIRCON 2017, 8109848, 2017. — P. 105-108. — <https://doi.org/10.1109/SIBIRCON.2017.8109848>
9. Drouillon P.J., Dutre P. How to (re-) build a frequent asked questions site with Drupal, an open-source CMS // 5th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2012), 2012. — P. 908–912.
  10. Caron B., Toole D., Wicks P., Miller S. Digital Ocean: building a platform for scientific collaboration and social and media sharing on the Drupal content management system // *Earth Science Informatics*, vol. 4, iss. 4, special iss. SI, 2011. — P. 191-196.
  11. Tramullas J. Content management with Drupal: a review of modules specific to libraries, archives and museums // *Profesional De La Informacion*, vol. 22, iss. 5, 2013. — P. 425-431.
  12. Sokolova O.D., Kratov S.V. Information systems for popularization of scientific and knowledge-based software // 2016 13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering, APEIE 2016 - Proceedings 2,7806407, 2016. — P. 519-522. — <https://doi.org/10.1109/APEIE.2016.7806407>
  13. Sanchez A.B., Segura S., Parejo J.A. et al. Variability testing in the wild: the Drupal case study // *Software And Systems Modeling*, vol. 16, iss. 1, 2017. — P. 173-194.
  14. Zhang Y., Lo D., Xia X. et al. Combining software metrics and text features for vulnerable file prediction // 2015 20th International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS), 2015. — P. 40-49.
  15. Javed A., Schwenk J. Towards elimination of cross-site scripting on mobile versions of Web applications // *Information Security Applications, WISA 2013*, vol. 8267, 2014. — P. 103-123.
  16. Chimos K., Loumpardas P. Identifying security issues in a higher education's institute CMS lab site // *Proc. of EDULEARN14: 6th International Conference on Education and New Learning Technologies*, 2014. — P. 3349-3354.
  17. Kratov S. On providing the fault-tolerant operation of information systems based on open content management systems // 2018 *Journal of Physics: Conference Series* 944(1), 012067, 2018. — <https://doi.org/10.1088/1742-6596/944/1/012067>
  18. Patel S.K., Rathod V.R., Prajapati J.B. Comparative analysis of web security in open source content management system // 2013 International Conference on Intelligent Systems and Signal Processing (ISSP), 2013. — P. 344-349.
  19. Mainka C., Mladenov V., Schwenk J. Do not trust me: using malicious IdPs for analyzing and attacking single sign-on // 1st IEEE European Symposium on Security and Privacy, 2016. — P. 321-336.
  20. Eshkevari L., Dos Santos F., Cordy J.R. et al. Are PHP applications ready for hack? // 2015 22nd International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering (SANER), 2015. — P. 63-72.

## References

1. Kratov S. On the approaches to the development of a scientific organization website // RPC 2018 - Proceedings of the 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications, 8482177, 2018. — <https://doi.org/10.1109/RPC.2018.8482177>
2. Drucker J., Svensson P.B.O. The why and how of middleware // Digital Humanities Quarterly, vol. 10, iss. 2, 2016.
3. Atayero A.A., Chijioke-keme, Ogunjobi B. FOSS implementation of an educational virtual office suite // EDULEARN14: 6th International Conference on Education and New Learning Technologies, 2014. — P. 5018-5027.
4. Mitropoulos S., Baltasis G.D., Rodios M., Douligeris C. SocialLib: a collaborative digital library model platform using Web 2.0 // Electronic Library. Volume: 32. Issue: 5, 2014. — P. 622-641.
5. Taylor L., Rusack E., Zemleris V. A new information architecture, website and services for the CMS experiment // Journal of Physics Conference Series, vol. 396, International Conference On Computing In High Energy And Nuclear Physics 2012 (CHEP2012), PTS 1-6, 2012.
6. Smyrnoya-Trybulska E. Information and educational environment of the faculty of ethnology and sciences of education on the Internet // ICT For Competitiveness 2012, 2012. — P. 236–243.
7. Zybarev Y., Kratov S. The project office for bioresource collections management // SIBIRCON 2019 - International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, Proceedings 8958441, 2019. — P. 657-660. — <https://doi.org/10.1109/SIBIRCON48586.2019.8958441>
8. Kratov S. The information system for the scientific news site support // Proceedings - 2017 International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, SIBIRCON 2017, 8109848, 2017. — P. 105-108. — <https://doi.org/10.1109/SIBIRCON.2017.8109848>
9. Drouillon P.J., Dutre P. How to (re-) build a frequent asked questions site with Drupal, an open-source CMS // 5th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2012), 2012. — P. 908–912.
10. Caron B., Toole D., Wicks P., Miller S. Digital Ocean: building a platform for scientific collaboration and social and media sharing on the Drupal content management system // Earth Science Informatics, vol. 4, iss. 4, special iss. SI, 2011. — P. 191-196.
11. Tramullas J. Content management with Drupal: a review of modules specific to libraries, archives and museums // Profesional De La Informacion, vol. 22, iss. 5, 2013. — P. 425-431.
12. Sokolova O.D., Kratov S.V. Information systems for popularization of scientific and knowledge-based software // 2016 13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic

- Instrument Engineering, APEIE 2016 - Proceedings 2,7806407, 2016. — P. 519-522. — <https://doi.org/10.1109/APEIE.2016.7806407>
13. Sanchez A.B., Segura S., Parejo J.A. et al. Variability testing in the wild: the Drupal case study // *Software And Systems Modeling*, vol. 16, iss. 1, 2017. — P. 173-194.
  14. Zhang Y., Lo D., Xia X. et al. Combining software metrics and text features for vulnerable file prediction // *2015 20th International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS)*, 2015. — P. 40-49.
  15. Javed A., Schwenk J. Towards elimination of cross-site scripting on mobile versions of Web applications // *Information Security Applications, WISA 2013*, vol. 8267, 2014. — P. 103-123.
  16. Chimos K., Loumpardas P. Identifying security issues in a higher education's institute CMS lab site // *Proc. of EDULEARN14: 6th International Conference on Education and New Learning Technologies*, 2014. — P. 3349-3354.
  17. Kratov S. On providing the fault-tolerant operation of information systems based on open content management systems // *2018 Journal of Physics: Conference Series* 944(1), 012067, 2018. — <https://doi.org/10.1088/1742-6596/944/1/012067>
  18. Patel S.K., Rathod V.R., Prajapati J.B. Comparative analysis of web security in open source content management system // *2013 International Conference on Intelligent Systems and Signal Processing (ISSP)*, 2013. — P. 344-349.
  19. Mainka C., Mladenov V., Schwenk J. Do not trust me: using malicious IdPs for analyzing and attacking single sign-on // *1st IEEE European Symposium on Security and Privacy*, 2016. — P. 321-336.
  20. Eshkevari L., Dos Santos F., Cordy J.R. et al. Are PHP applications ready for hack? // *2015 22nd International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering (SANER)*, 2015. — P. 63-72.