

DOI: 10.15514/ISPRAS-2022-34(2)-12



Автоматизация процесса экологического мониторинга в особо охраняемых природных территориях Российской Федерации на базе системы управления контентом Directum RX

¹И.Д. Рудько, ORCID: 0000-0003-1068-9166 <ivnrudko@gmail.com>²Л.Л. Хорошко, ORCID: 0000-0002-7487-8997 <khoshko@mati.ru>²П.П. Кейно, ORCID: 0000-0002-1033-0260 <pavel@mati.ru>¹ООО "НЛМК-Информационные Технологии",

398040, Россия, г. Липецк, пл. Metallurgov, д. 2, помещ. 201

²Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 125310, Россия, Москва, Волоколамское ш., 4

Аннотация. Для организаций, которые осуществляют контроль особо охраняемых природных территорий Российской Федерации, актуальна задача по консолидации данных о проводимых наблюдениях. Эти данные, называемые летописями природы, долгое время велись в упрощенной, бумажной форме и не имели четкой структуры. Задача автоматизации бизнес-процессов по сбору данных и обменом этими данными между участниками научного сообщества, а также построение аналитических моделей, необходимых для научных подразделений парков и заповедников, является важной и актуальной. В связи с этим актуальна автоматизация процесса экологического мониторинга путём разработки модуля электронного документооборота на базе интеграционной платформы для бизнес-решений Directum RX. Цель исследования заключается в автоматизации процесса экомониторинга на базе платформы Directum RX, которая позволяет построить систему управления корпоративным контентом, а также создать полноценную систему хранения и поиска данных по сбору информации о наблюдениях. В статье описана ролевая модель для работы с системой, архитектура системы и разработанные компоненты модуля «Экомониторинг» на базе платформы Directum RX. Для этого был использован структурный метод путем разбиения задачи на множество независимых этапов, доступных для понимания и решения с помощью иерархического упорядочивания. Разработана интеграция с сервисом Яндекс погода с целью дальнейшего использования в аналитических моделях. Разработано решение по управлению универсальным классификатором животных в соответствии с принятым в мире классификатором биологической систематики. Продемонстрирована автоматизация действий пользователей по сбору и обработке информации о наблюдениях. В результате работы был автоматизирован процесс экологического мониторинга в одном из заповедников Российской Федерации.

Ключевые слова: автоматизация экологического мониторинга; Directum RX; автоматизация бизнес-процессов; архитектура клиент-серверного приложения; разработка модуля электронного документооборота Directum RX

Для цитирования: Рудько И.Д., Хорошко Л.Л., Кейно П.П. Автоматизация процесса экологического мониторинга в особо охраняемых природных территориях российской Федерации на базе системы управления контентом Directum RX. Труды ИСП РАН, том 34, вып. 2, 2022 г., стр. 145-158. DOI: 10.15514/ISPRAS-2022-34(2)-12

Благодарности: Выражаем особую благодарность фонду АНО «Дальневосточные леопарды» за возможность принять участие в амбициозном и перспективном проекте, по результатам которого была написана данная статья.

Automation of the process of environmental monitoring in specially protected natural territories of the Russian Federation based on the content management system Directum RX

¹I.D. Rudko ORCID: 0000-0003-1068-9166 <ivnrudko@gmail.com>²L.L. Khoroshko ORCID: 0000-0002-7487-8997 <khoshko@mati.ru>²P.P. Keyno ORCID: 0000-0002-1033-0260 <pavel@mati.ru>¹NLMK-Information Technologies,

2, Metallurgov sq., Lipetsk, Russia, 398040

²Moscow Aviation Institute (National Research University)

4, Volokolamskoe sh., Moscow, Russia, 4125310

Abstract. For organizations that execute control over specially protected natural areas of the Russian Federation, the task of consolidating data on ongoing observations is relevant. These data, called the chronicles of nature, for a long time were kept in a simplified, paper form and did not have a clear structure. The task of automating business processes for collecting data and exchanging this data between members of the scientific community, as well as building models necessary for the scientific departments of parks and reserves, is important and relevant. In this connection, we see it relevant to consider automating the process of environmental monitoring by developing an electronic document management module based on the integration platform Directum RX business solutions. The purpose of the research is to automate the eco-monitoring process based on the Directum RX platform, which allows to build a corporate content management system, as well as create a full-fledged data storage and retrieval system for collecting information about observations. The article describes the role model for working with the system, the system architecture and the developed components of the "Ecomonitoring" module based on the Directum RX platform. For this, a structural method was used, by dividing the task into many independent stages available for understanding and solving and hierarchical ordering. Integration with the Yandex weather service has been developed for further use in analytical models. A solution has been developed to manage the universal classifier of animals in accordance with the classifier of biological taxonomy accepted in the world. The automation of user actions for collecting and processing information about observations is demonstrated. As a result, the process of environmental monitoring was automated in one of the reserves of the Russian Federation.

Keywords: environmental monitoring automation; Directum RX; business process automation; client-server application architecture; Directum RX electronic document management module development

For citation: Rudko I.D., Khoroshko L.L., Keyno P.P. Automation of the process of environmental monitoring in specially protected natural territories of the Russian Federation based on the content management system Directum RX. Trudy ISP RAN/Proc. ISP RAS, vol. 34, issue 2, 2022, pp. 145-158 (in Russian). DOI: 10.15514/ISPRAS-2022-34(2)-12

Acknowledgements. We express a special gratitude to the ANO Far Eastern Leopards Foundation for the opportunity to take part in an ambitious and promising project, the results of which this article was written.

1. Введение

Разработка средств автоматизации мониторинга особо охраняемых природных территорий (ООПТ) велась в РФ продолжительное время, но материалы и база данных экологических наблюдений являются разрозненными и неструктурированными. Разработка современной платформы сбора, аналитики данных и скорейшая интеграция накопленной информации ООПТ в глобальную систему, а также последующая возможность преобразования результатов исследований, предоставит возможность российской науке выйти на новый уровень по обработке данных и подготовке прогнозных моделей.

Автоматизация сложных бизнес-процессов на базе системы управления контентом Directum RX рассматривалась во многих статьях [1-8]. Решение подобного рода задач начинается со сбора требований у сотрудников заповедника для дальнейшего технического обзора этих требований и описания облика будущей системы. Система будет являться инструментом для работы сотрудников заповедников и должна включать набор стандартных и уникальных модулей по для автоматизации процесса экологического мониторинга.

Основные цели разработки и внедрения системы:

- фиксация данных наблюдений сотрудниками ООПТ;
- контроль за действиями персонала заповедника;
- перевод данных по наблюдения в электронную форму с быстрым доступом сотрудников ООПТ к этим данным;
- внесение оперативных сведений о состоянии объектов экологического мониторинга;
- централизованный учет и аналитическая отчетность по биологическому мониторингу ООПТ (структура данных привязана к существующему административному устройству ООПТ);
- сбор фото и видео фиксаций в единую базу данных;
- управление регламентами и хранение документов в единой базе данных;
- возможность получения наглядных отчетов.

2. Ролевая модель будущей системы

Ролевая модуль будущей системы построена при помощи разделения ответственного за экологический мониторинг персонала на функциональные группы и разделением обязанностей по работе с системой [9]. Матрица на рис. 1 была составлена при помощи сбора требований у пользователей с учётом будущего масштабирования на другие ООПТ. В заголовках столбцов можно увидеть этапы, а в строках функциональные группы сотрудников. На пересечении, соответственно, находится развернутое описание действий необходимых для каждого этапа проекта от ответственной группы сотрудников [10].

	Разработка методологии	Разработка / доработка типов данных	Разработка процессов сбора данных	Планирование сбора данных	Выполнение сбора данных	Обработка полученных данных
Ученые, научные сотрудники	Подготовка документации и описание методологий сбора данных		Подготовка документации и описание методологии сбора данных	Разработка подходов для выбора маршрутов для проведения экологического мониторинга		
Специалисты АНО «Дальневосточные леопарды»	Адаптация методологии для отдельно взятого ООПТ	Рекомендации для новых данных		Подготовка регламентов по сбору данных экологического мониторинга	Контроль управление и оперативная аналитика в Directum RX	Аналитическая обработка данных в Directum RX, экспорт данных, многофакторный анализ
Штатные специалисты ООПТ	Внесение комментариев для расширения научными сотрудниками		Рекомендации к методикам сбора данных	Добавление маршрутов для проведения экологического мониторинга в Directum RX	Проведение экологического мониторинга, внесение данных в Directum RX	
Разработчики Directum RX		Разработка справочников в Directum RX	Разработка типовых маршрутов в Directum RX	Разработка алгоритмов хранения данных в Directum RX	Разработка интеграционных потоков данных экологического мониторинга в Directum RX	Разработка аналитических отчетов и кубов в Directum RX
Волонтеры / Операторы обработки и ввода					Сбор данных и отправка по цифровым каналам в Directum RX	Ввод данных в Directum RX по инструкциям

Рис. 1. Ролевая модель будущей системы
Fig. 1. Role model of the future system

Научные сотрудники осуществляют контроль за текущими методологиями экологического мониторинга, которые будут автоматизированы при помощи системы. Они также отвечают за подготовку документации и методологии сбора данных. Специалисты фонда АНО

«Дальневосточные леопарды» адаптируют методологию под задачи конкретного заповедника, подготавливают регламенты по сбору данных экологического мониторинга, осуществляют контроль и управление оперативной аналитикой в системе. Штатные специалисты ООПТ вносят свои комментарии к методологиям и подходам к автоматизации процесса экомониторинга с учётом особенностей конкретной ООПТ, разрабатывают маршруты для сбора данных экологического мониторинга и занимаются внесением и контролем за данными уже в самой системе. Разработчики системы ответственны за разработку модулей СЭД, построение аналитических отчетов и мониторингом внутреннего состояния системы. Волонтеры, операторы обработки и ввода осуществляют сбор и отправку данных по цифровым каналам в систему [11, 12].

3. Архитектура системы

Архитектура решения для автоматизации процесса экологического мониторинга была построена на базе серверов российского сервиса Яндекс облако. Это обеспечивает импортозамещение, что является очень актуальным в текущих условиях. На рис. 2 представлено описание текущей построенной архитектуры системы. Серыми выделены компоненты, которые используются для обеспечения работоспособности рабочей среды системы. Зелёным цветом выделены элементы, используемые в работе средой для разработки. Синим цветом выделены элементы, которые могут быть развернуты в дальнейшем для улучшения работы и отказоустойчивости системы.

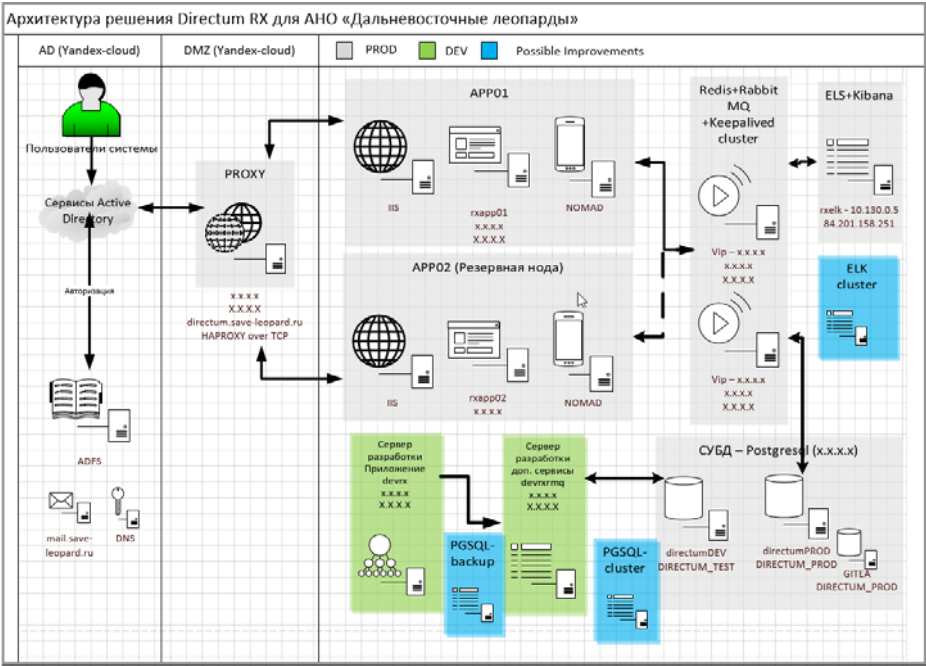


Рис. 2. Архитектура системы
Fig. 2. System architecture

Directum RX позволяет использовать два основных подхода к управлению пользователями системы. Пользователи могут храниться локально в базе данных системы Directum RX или же может быть использовано внешние хранилище учётных записей, такое как LDAP-каталог

или Active Directory. Поддерживается авторизация пользователей с использования служб федераций (ADFS). Также система может использовать LDAP-каталоги, разработанные на базе open source решений (например, FreeIPA).

Следующим уровнем защиты является демилитаризованная зона. В демилитаризованной зоне размещается прокси сервер, т. е. сервер, который осуществляет перенаправление трафика на сервера приложений Directum RX. Данный слой необходим для защиты приложения от несанкционированного доступа, а также предотвращает эксплуатацию уязвимостей периметра. На прокси сервере также настроен межсетевой экран, который позволяет гибко настраивать сетевой доступ к элементам приложения.

Далее идёт уровень серверов приложений Directum RX, который включает в себя несколько слоёв. Сервер приложений, который может быть организован, как и на платформе Microsoft Server, так и на платформе Open Source Linux. Использование Фреймворка DOT.net core, который является кроссплатформенным, позволяет организовать работу сервера приложений на любой доступной операционной системе.

Для обеспечения отказоустойчивости работы системы, установки обновлений на операционные системы и на саму систему Directum RX организован кластер серверов приложений [13], который может функционировать, как и в режиме Active-Passive, так и в режиме Active-Active. Поддержка кластеризации осуществляется на уровне операционной системы сервера приложения.

Следующий уровень – сочетания стеков технологий Redis+RabbitMQ. Это система управления очередями, которая используется для работы системой Directum RX. Стек технологий ELS+Kibana используется для индексации информации, которая отображает внутреннее состояние системы. Файловые хранилища – это базы данных системы Directum RX, которые являются наиболее эффективным для хранения документов. Каждый документ в системе реализуется посредством GUID объекта на уровне файловой системы. Directum RX поддерживает управление ссылками на объекты файловых хранилищ. Все метаданные и данные справочников хранятся в базе данных Directum RX, которая является также кроссплатформенной.

Сервер разработки является копией набора серверных компонент системы Directum RX. На сервере разработки развернуты сервер приложения, сервер очередей RabbitMQ, non-SQL СУБД Redis, ELK и Kibana.

В качестве сервера БД в проекте используется система PostgreSQL, на которой размещены продуктивная база данных, база данных системы разработки, а также базы данных системы управления версиями GITEA. Для лучшего управления данными каждая база данных системы расположена в отдельном табличном пространстве, что позволяет гибко управлять быстродействием системы расположив, например, продуктивную систему на быстрых дисках, а системы тестирования и разработки на более медленных, что и было реализовано в рамках проекта.

Для повышения отказоустойчивости СУБД в будущем можно внедрить кластерное решение, которое позволит резервировать вычислительные ноды PostgreSQL: PGSQL-cluster (Active-Active) и PGSQL-backup (Active-Passive). Это позволит повысить отказоустойчивость системы.

4. Разработанные элементы модуля для автоматизации процесса экологического мониторинга в системе Directum RX

Разработка в системе Directum RX осуществляется при помощи языка программирования высокого уровня C#. Это позволяет не только эффективно решать огромное количество прикладных задач, но и использовать уже готовые решения при помощи механизма импорта сторонних библиотек в систему. Разработка компонентов модуля велась согласно

методологии разработки модулей системы электронного документооборота Directum RX. Хранение данных в системе обеспечивают справочники, а для хранения документов используются файловые хранилища. Метаданные в виде нескольких взаимосвязанных компонент позволяют гибко настраивать бизнес-логику системы. Документ в системе реализуется при помощи нескольких сущностей.

- Тип документа позволяет определить документопоток, к которому относится документ. Также от типа зависит набор полей в карточке документа;
- Документопоток – направление движения документов в компании. Различают потоки входящих, исходящих, внутренних и договорных документов. Для каждого документопотока предусматривается свой порядок обработки по разработанным в компании;
- Карточка документа – форма, содержащая набор характеристик, которые описывают документ и могут использоваться для поиска и фильтрации электронных документов в системе. Например, наименование, автор, дата создания, вид и тип документа. Также в карточке документа можно настраивать права доступа на документ, связи с другими документами, создавать версии и просматривать историю работы с документом.

Основными объектами мониторинга являются животные, обитающие на территории ООПТ, следовательно, первой задачей является автоматизация классификация животных и других типов объектов экосистемы. Задача автоматизации каталога таксономии видов животных заключалась в создании набора справочников и их объединения в единую иерархию, а также загрузка исторических данных заповедника в данную структуру системы. Было разработано восемь отдельных справочников, связанных друг с другом полем-ссылкой. Была разработана единая форма создания и редактирования вида животного [15], которая представлена на "рис. 3".

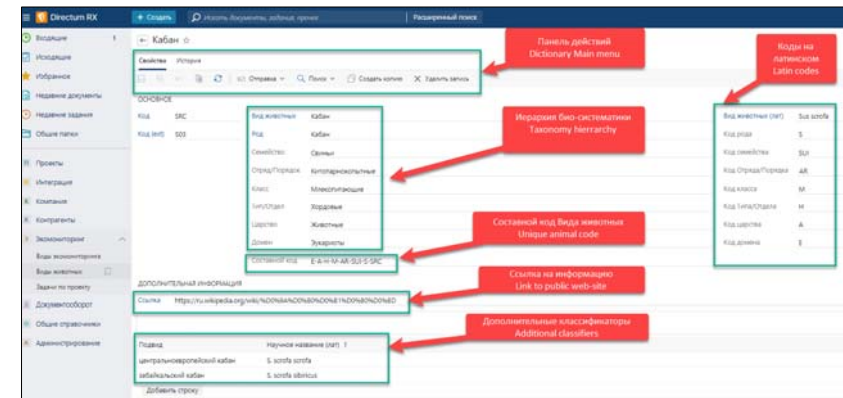


Рис. 3. Карточка справочника «Виды животных»

Fig. 3. «Animal species» directory card

Для сбора информации о наблюдениях были созданы карточки документов. Для каждого документа характерен свой набор реквизитов, в том числе ссылки на справочники, бизнес-процессы и процедуры [16, 17]. Например, для фиксации гибели животного был разработан документ со специальной формой. При загрузке фотографии с места гибели животного она сразу же отображается на карточке документа в соответствующем поле, рис. 4. Функция UploadPhoto, которая позволяет при импортировании файла в версию документа заполнять соответствующий реквизит на форме документа, представлена на листинге 1.

```
/// <summary>
```

```
/// Используется для загрузки фотографии на карточку документа из
/// последней версии документа
/// </summary>
public void UploadPhoto()
{
    var version = _obj.Versions.LastOrDefault();
    if ( version != null )
    {
        var body = version.PublicBody != null &&
            version.PublicBody.Size > 0
            ? version.PublicBody : version.Body;
        using (var memoryStream = new System.IO.MemoryStream())
        {
            body.Read().CopyTo(memoryStream);
            _obj.Photo = memoryStream.ToArray();
        }
        _obj.Save();
    }
    else
    {
        _obj.Photo = null;
    }
}
```

Листинг 1. UploadPhoto
Listing 1. UploadPhoto

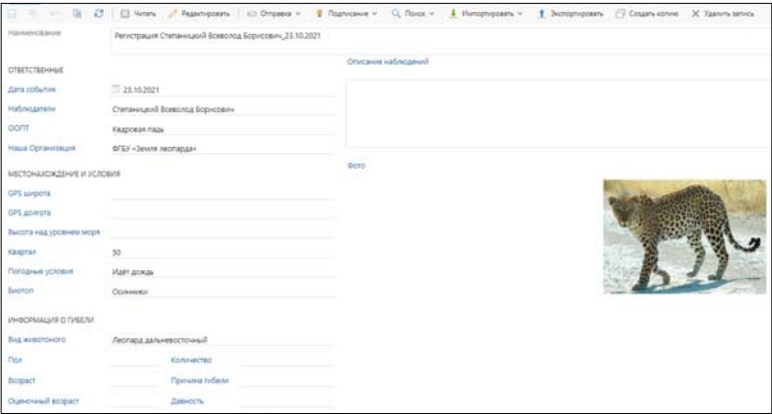


Рис. 4. Карточка справочника «Регистрация гибели животных»
Fig. 4. Card of the reference book «Registration of the death of animals»

Полный набор документов позволяет ответственным за природоохранную деятельность сотрудникам собирать и консолидировать информацию о наблюдениях на ежедневной основе, используя единые справочники и классификаторы [18]. Для сбора данных о метеоусловиях ранее использовался простой справочник погодных условий, без количественных показателей. В рамках проекта были разработаны: интеграционная функция для взаимодействия с сервисом Яндекс погода (представлена листингом функции RequestWeatherForecast), справочники станций мониторинга, фоновое задание, которое ежедневно, каждый час, собирает данные по всем станциям и сохраняет их в системе [19]. На рис. 5 приведён пример записи справочника «Метеоданные».

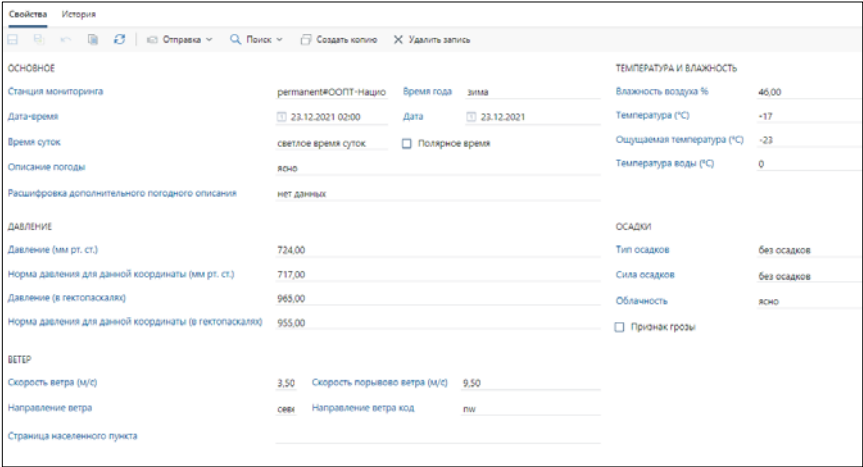


Рис. 5. Карточка справочника «Метеоданные»
Fig. 5. Card of the reference book «Meteorological data»

```
public static YandexWeatherForecast RequestWeatherForecast
(string lat, string lon, string lang, int limit,
Boolean hours, Boolean extra)
{
    SortedDictionary<string, string> urlParamsDictionary
        = new SortedDictionary<string, string>()
    {
        { "lat", lat.Replace(",", ".") },
        { "lon", lon.Replace(",", ".") },
        { "lang", lang },
        { "limit", limit.ToString() },
        { "hours", hours.ToString() },
        { "extra", extra.ToString() },
    };
    string requestURL = "https://api.weather.yandex.ru/v2/forecast?",
        parameterString = "";
    foreach (KeyValuePair<string, string> keyValuePair
        in urlParamsDictionary)
    {
        parameterString += keyValuePair.Key + "="
            + keyValuePair.Value + "&";
    }
    string resultUrl = requestURL + parameterString;
    WebRequest request = WebRequest.Create(resultUrl);
    request.Headers.Add(Constants.Module.YandexWeatherApiKey);
    WebResponse response = request.GetResponse();
    var dataStream = response.GetResponseStream();
    StreamReader reader = new StreamReader(dataStream);
    string responseFromServer = reader.ReadToEnd();
    response.Close();
    return JsonConvert.DeserializeObject<YandexWeatherForecast>
        (responseFromServer);
}
```

Листинг 2. Функция RequestWeatherForecast
Listing 2. RequestWeatherForecast function

Для автоматизации сбора данных была использована стандартная функциональность платформы Directum RX для выполнения периодических заданий – «Фоновые Задания» [20]. Чтобы обеспечить универсальный подход к реализации интеграционных механизмов было принято решение разработать отдельный модуль «Интеграция», в котором хранятся настройки для внешних сервисов, константы и другая релевантная информация. В рамках модуля было разработано два справочника:

- вендоры – компании и сервисы, с которыми будет выполняться интеграция;
- настройки интеграции – справочник с уникальными настройками для каждого вендора.

Рис. 6. Карточка документа «Регистрация встреч с дикими животными»
Fig. 6. Document card «Registration of encounters with wild animals»

Сравнительная таблица встреч животных и следов их жизнедеятельности в различные сезоны года																				
Обход № _____		с 01.01.20 по 01.06.22 гг. Организация _____																		
Наименование вида	Количество встреч с дикими животными										Количество встреч со следами животных									
	Зима		Весна		Лето		Осень		Итого		Зима		Весна		Лето		Осень		Итого	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Амурский леопард	1	9	0	0,00	0	0	10	91	11	100	0	0	0	0	0	0	1	100	1	100
Барсук амурский	1	20	0	0,00	0	0	4	80	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Белка	1	12	0	0,00	0	0	7	88	8	100	0	0	0	0	0	0	1	100	1	100
Белка обыкновенная (Дальневосточный подвид)	0	0	0	0,00	0	0	6	100	6	100	0	0	0	0	0	0	1	100	1	100
Бронзовники	1	17	0	0,00	0	0	5	83	6	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Бурундук	1	12	0	0,00	0	0	7	88	8	100	1	100	0	0	0	0	0	0	1	100
Бурый медведь	1	20	0	0,00	0	0	4	80	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Видный олень	3	50	0	0,00	0	0	3	50	6	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Волк	2	29	0	0,00	0	0	5	71	7	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Выдра	0	0	0	0,00	0	0	7	100	7	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Гималайский медведь	1	12	0	0,00	0	0	7	88	8	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Горилла	0	0	0	0,00	0	0	6	100	6	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Домашняя кошка	4	33	0	0,00	0	0	8	67	12	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Наименование вида	Количество встреч с дикими животными										Количество встреч со следами животных									
	Зима		Весна		Лето		Осень		Итого		Зима		Весна		Лето		Осень		Итого	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%

Рис. 7. Сравнительная таблица встреч животных и следов их жизнедеятельности
Fig. 7. Comparative table of animal encounters and traces of their life activity

Сотрудники заповедника регулярно проводят обходы по фиксированным маршрутам. В рамках этой работы фиксируются встречи с дикими животными или следами их жизнедеятельности [21]. Данный процесс является важной частью данных экологического мониторинга. Количество встреч с дикими животными за период является важным критерием наблюдения за популяцией животных и динамикой её увеличения или уменьшения. Фактически, консолидированные данные по обходам позволяют принимать решения по установке фото ловушек и кормушек для животных. Был разработан новый тип документа «Обходы по маршруту». Данный справочник включает в себя информацию о географических координатах проведенных исследований и включает ссылки на справочник «Виды животных», которых удалось идентифицировать в рамках обхода. Карточка документа со всеми реквизитами представлена на рис. 6.

Directum RX позволяет разрабатывать статистические отчеты по данным, которые хранятся в системе. В рамках решения поставленной задачи был реализован отчет о встречах с дикими животными в разрезе различных сезонов года. Данный отчет также позволяет сделать выводы об изменении популяции конкретных видов животных. Скриншот отчета приведен на рис. 7.

5. Заключение

В статье была рассмотрена автоматизация процесса экологического мониторинга в одной из ООПТ на базе системы управления контентом Directum RX. Рассмотрена ролевая модель будущих пользователей системы, продемонстрирована техническая архитектура системы и разработанные компоненты модуля. Описаны этапы разработки модуля: разработка справочников и интеграции с сервисом Яндекс погода.

Продемонстрирован новый авторский механизм интеграции с веб-сервисом и создания иерархического 8-ми уровневого справочника таксономии животных, описаны компоненты системы, которые необходимо добавить для корректного функционирования решения. Разработана автоматизация действий пользователей для сбора необходимой информации для выполнения бионаблюдений.

Набор решений, представленный в настоящей работе, демонстрирует механизмы автоматизации действий пользователей системы Directum RX. Механизм интеграции с внешними веб-сервисами является новой разработкой и аналогом платного решения, поэтому представляют научный интерес как образец для применения лучших практик автоматизаций в системе Directum RX подобного рода [22]. Также данное решение может быть тиражировано на другие парки и заповедники, что унифицирует собираемые данные и позволит проводить по этим данным многофакторный анализ, строить модели, получать зависимости и как результат принимать правильные решения по управлению популяцией диких животных. Система на данный момент находится в опытно-промышленной эксплуатации и используется сотрудниками заповедника для работы.

Список литературы / References

[1] Abdul-Azalova M.Y., Mamatova N.M. Big data technologies in technological and business processes automatization. Big Data and Advanced Analytics, no. 7-1, 2021, pp. 50-58.

[2] Иванов Ф.Ф., Семенов К.Г. Реализация программного робота в системе управления документами Directum. Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки, том 30, no. 1, 2020 г., стр. 97-108 / Ivanov F.F., Semenov K.G. Implementation of the software robot in the Directum document management system. Bulletin KRASEC. Physical and Mathematical Sciences, vol. 30, no. 1, 2020, pp. 97-108 (in Russian).

[3] Боровских Н.В., Кипервар Е.А. Электронный кадровый документооборот предприятия: проблемы внедрения и перспективы развития. Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий, no. 3(35), 2020 г., стр. 55-60 / Borovskikh N.V., Kipervar E.A. Electronic personnel

- documentation of the enterprise: implementation problems and development prospects. Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies, no. 3(35), 2929, pp. 55-60 (in Russian).
- [4] Горячева А.П. Технологии регистрации входящих документов с использованием системы Directum RX (на примере департамента образования и науки Курганской области). Сборник докладов научно-практической конференции студентов Курганского государственного университета, 2021 г., стр. 30-34 / Goryacheva A.P. Technologies for registering incoming documents using the Directum RX system (on the example of the Department of Education and Science of the Kurgan Region). In Proc. of the Scientific and Practical Conference of Students of Kurgan State University, 2021, pp. 30-34 (in Russian).
- [5] Дубровина А.И. Организация настройки соединения HTTPS при работе с сервером DirectumRX при использовании сети "ИНТЕРНЕТ", Modern Science, no. 10-2, 2021 г., стр. 386-389 / Dubrovina A.I. Setting up an HTTPS connection when working with the DirectumRX server using the INTERNET network, Modern Science, no. 10-2, 2021, pp. 386-389 (in Russian).
- [6] Живонос Н.В. Анализ модели бизнес-процесса в системе Directum для роботизации маршрутизации документов. Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции «Молодые учёные России», 2021 г., стр. 85-89 / Zhivonos N.V. Analysis of the business process model in the Directum system for document routing robotics. In Proc. of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference «Young Scientists of Russia», 2021, pp. 85-89 (in Russian).
- [7] Златковская Е.М. Интеграция информационных систем с помощью RabbitMQ на примере создания сервиса согласования кадровых приказов. Инновации. Наука. Образование, no. 29, 2021 г., стр. 108-113 / Zlatkovskaya E.M. Integration of information systems using RabbitMQ on the example of creating a service for coordinating personnel orders. Innovation. Science. Education, no. 29, 2021, pp. 108-113 (in Russian).
- [8] Кейно П.П., Хорошко Л.Л., Рудько И.Д. Разработка модуля "Протокол выбора поставщика" на базе системы электронного документооборота Directum. Прикладная информатика, том 15, no. 4(88), 2020 г., стр. 54-63. Keyno P.P., Khoroshko L.L., Rudko I.D. Development of the «supplier selection Protocol» module based on the Directum electronic document management system. Journal of Applied Informatics, vol. 15, no. 4(88), 2020, pp. 54-63 (in Russian).
- [9] Кузнецов А.В. Модернизация системы электронного документооборота в администрации города Сарапула / А. В. Кузнецов, А. М. Чебаков. Материалы 1-й Межвузовской научно-технической конференции с международным участием «Актуальные проблемы науки и техники», 2020 г., стр. 145-148 / Kuznetsov A.V., Chebakov A.M. Modernization of the system of electronic document circulation in the administration of the city of Sarapul. In Proc. of the 1st Interuniversity Scientific and Technical Conference with International Participation on Actual Problems of Science and Technology", 2020, pp. 145-148 (in Russian).
- [10] Ларькин М.С., Гаврилова Н.М., Донкова И.А. Построение регрессионной модели для прогнозирования планового срока выполнения задач в Directum RX. Материалы Всероссийской конференции молодых ученых «Математическое и информационное моделирование», 2020 г., стр. 726-734 / Larkin M.S., Gavrilova N.M., Donkova I.A. Building a regression model for predicting the planned deadline for completing tasks in DIRECTUM RX. In Proc. of the All-Russian Conference of Young Scientists on Mathematical and Information Modeling, 2020, pp. 726-734 (in Russian).
- [11] Ларькин М.С., Гаврилова Н.М. Система расчета планового срока выполнения задач в СЭД Directum RX. Материалы Всероссийской конференции молодых ученых «Математическое и информационное моделирование», 2020 г., стр. 716-725 / Larkin M.S., Gavrilova N.M. The system for calculating the planned deadline for completing tasks in the Directum RX EDMS. In Proc. of the All-Russian Conference of Young Scientists on Mathematical and Information Modeling, 2020, pp. 726-734 (in Russian).
- [12] Никитина П.Н. Использование электронного документооборота для повышения эффективности работы сотрудников образовательной организации в делопроизводстве. Инновации. Наука. Образование, no. 49, 2022 г., стр. 1904-1909 / Nikitina P.N. The use of electronic document management to improve the efficiency of the work of employees of an educational organization in office work. Innovation. Science. Education, no. 49, 2022, pp. 1904-1909 (in Russian).
- [13] Красносельцева И.Е. Сравнительный анализ систем электронного документооборота с помощью методов кластеризации. Скиф. Вопросы студенческой науки, no. 3(43), 2020 г., стр. 221-226 / Krasnoseltseva I.E. Comparative analysis of electronic document treatment systems using clustering methods. Scyth. Issues of Student Science, no. 3(43), 2020, pp. 221-226 (in Russian).

- [14] Новиков А.Ю., Кейно П.П., Хорошко Л.Л. Разработка архитектуры интернет-сервиса организации научных мероприятий с автоматизацией документооборота. Прикладная информатика, том 13, no. 76(4), 2018 г., стр. 73-75 / Novikov A.Yu., Keyno P.P., Khoroshko L.L. Architecture development of internet-service for science conferences organizing with workflow automatization. Journal of Applied Informatics, vol. 13, no. 4 (76), 2018, pp. 70-76 (in Russian).
- [15] Салимова А.М. Реализация связывания документов «указания о приемке объекта к учету» с их приложениями на базе системы электронного документооборота Directum. Сборник статей по материалам VI Всероссийской конференции молодых ученых «Наука и инновации XXI века», 2020 г., стр. 16-19 / Salimova A.M. Implementation of the binding of «instructions on the acceptance of an object for accounting» with their applications based on the Directum electronic document management system. In Proc. of the VI All-Russian Conference of Young Scientists on Science and Innovations of the 21st Century, 2020, pp. 16-19 (in Russian).
- [16] Рудько И.Д. Модуль управления задачами TaskM. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021662615 Российская Федерация, 02.08.2021 / Rudko I.D. TaskM task management module. Certificate of state registration of the computer program No. 2021662615 Russian Federation, 02.08.2021 (in Russian).
- [17] Учебная программа по использованию возможностей базовых модулей системы Directum. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021662892 Российская Федерация, 06.08.2021 / A tutorial on using the capabilities of the basic modules of the Directum system. Certificate of state registration of the computer program No. 2021662892 Russian Federation, 06/08/2021 (in Russian).
- [18] Галимьянов И.Т., Порядина О.В. и др. Сравнительный анализ систем электронного документооборота. Материалы международной междисциплинарной научной конференции «Человек и общество перед вызовами глобальных трансформаций», том 2, 2020 г., стр. 201-203 / Galimyanov I.T., Poryadina O.V. Comparative analysis of electronic document management systems. In Proc. of the International Interdisciplinary Scientific Conference «Man and Society Facing the Challenges of Global Transformations», vol. 2, 2020, pp. 201-203 (in Russian).
- [19] Ульянова В.А. Автоматизация заполнения инструкций по переносу разработки по документам изменений для справочника «Журнал изменения ПО» системы Directum. Сборник статей по материалам VI Всероссийской конференции молодых ученых «Наука и инновации XXI века», 2020 г., стр. 20-24 / Ulyanova V.A. Automation of filling in instructions for transferring development according to change documents for the directory «Software change log» of the Directum system. In Proc. of the VI All-Russian Conference of Young Scientists on Science and Innovations of the 21st Century, 2020, pp. 20-24 (in Russian).
- [20] Евграфов Д.В., Фадеева К.Н. Directum RX для автоматизации процессов на предприятии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Цифровые технологии и инновации в развитии науки и образования», 2021 г., стр. 130-136 / Evgrafov D.V., Fadeena K.N. Directum RX for enterprise process automation. In Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conference «Digital technologies and innovations in the development of science and education», 2021, pp. 130-136 (in Russian).
- [21] Флакс Д.Б. Оценка технической эффективности интегрированной поддержки жизненного цикла основных фондов. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции «Поколение будущего: взгляд молодых ученых», 2021 г., стр. 107-110 / Flaks D.B. Evaluation of the technical efficiency of integrated support for the life cycle of fixed assets. In Proc. of the 10th International Youth Scientific Conference «Generation of the Future: View of Young Scientists», 2021, pp. 107-110 (in Russian).
- [22] Читчан Р.К. Оптимизация документооборота на предприятии при помощи облачных технологий и перспективы их развития. Научно-исследовательские публикации, no. 2 (34), 2016 г., стр. 26-36 / Chitchyan R.K. Optimization of the document of a turn at the enterprise by means of a cloud computing and prospect of their development. Journal of Scientific Research Publications, no. 2 (34), 2016, pp. 26-36 (in Russian).

Информация об авторах / Information about authors

Иван Дмитриевич РУДЬКО – аспирант, ведущий разработчик. Сфера научных интересов: автоматизация бизнес-процессов, построение математических моделей, компьютерное зрение, нейронные сети.

Ivan Dmitrievich RUDKO – PhD student, leading developer. Research interests: business process automation, building mathematical models, computer vision, neural networks.

Леонид Леонидович ХОРОШКО — к.т.н., доцент, заведующий кафедрой. Сфера научных интересов: системы автоматизированного-проектирования, моделирование пространственных форм, параметрическое моделирование

Leonid Leonidovich KHOROSHKO — Ph.D in engineering, Head of Department. Research interests: computer-aided design systems, modeling of spatial forms, parametric modeling

Павел Петрович КЕЙНО — кандидат технических наук, доцент. Сфера научных интересов: высоконагруженные системы, системы массового обслуживания, системы визуального программирования, теория компиляторов, предметно-ориентированное программирование

Pavel Petrovich KEYNO — Ph.D in engineering, Associate Professor. Research interests: high load systems, queuing systems, visual programming systems, compiler theory, domain-specific languages.