

<https://doi.org/10.52676/1729-7885-2024-1-96-103>

УДК 004.4'2 (574.41)

ОБЗОР ГИС-ПЛАТФОРМ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ИХ ПРИМЕНИМОСТИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ И ВОДНЫМИ ОБЪЕКТАМИ БЫВШЕГО СИП

И. А. Бачурина*, В. Н. Монаенко, Н. В. Ларионова, А. В. Топорова

Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

*E-mail для контактов: bachurina@nnc.kz

В статье рассмотрены основные инструменты для создания геопространственных Веб-приложений с акцентом на трех ключевых программных продуктах: ArcGIS Online, ArcGIS Experience Builder, ArcGIS Enterprise SDK. Проведен анализ и сравнение их функциональных возможностей. В контексте разработки Веб-приложения по устойчивому управлению земельными ресурсами и водными объектами территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, расположенными на участках, планируемых к передаче в народно-хозяйственный оборот, освещены преимущества и недостатки каждой из платформ. Полученные результаты дают комплексное представление о выборе наилучшего инструмента для эффективной разработки геопространственных Веб-приложений с учетом конкретных задач и специфики территории полигона.

Ключевые слова: СИП, Веб-приложение, геопространственные данные, карты, ArcGIS, геоинформационные системы, API.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современной экологической обстановки оценка и управление земельными ресурсами становятся приоритетными задачами для обеспечения экологической безопасности. Территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП) представляют собой особый объект исследования, где выявлены сверхнормативно-загрязненные участки, требующие ограничений, и пригодные к передаче в хозяйственный оборот – условно чистые территории [1]. Осуществление эффективного управления этими земельными ресурсами требует инновационных решений. В этой связи наиболее удобным инструментом выступают Веб-приложения, которые могут предоставить комплексное решение для оценки, мониторинга и управления данными. Электронный ресурс, базирующийся на геопространственных технологиях, представляет собой современный и инновационный способ обеспечения доступа к обширной информации о земельных ресурсах СИП. Этот подход не только способствует повышению экологической безопасности, но и обеспечивает общественную информированность, содействуя устойчивому управлению территорией бывшего СИП в перспективе.

В настоящее время накоплен огромный объем информации о территории бывшего СИП, включая результаты научно-исследовательских программ и коммерческих проектов. На данный момент, Институт радиационной безопасности и экологии располагает обширным массивом геопространственных данных: свыше 1000 слоев класса пространственных данных, которые, в свою очередь, содержат информацию о более 100 тыс. объектов. Уже внедрена база данных «Радиоэкологическое состояние Семипалатинского испытательного ядерного полигона», в которой хранятся результаты радиометрических и спектрометрических измерений –

около 200 тыс. проб объектов окружающей среды и географических координат мест отбора проб [2]. Весь имеющийся картографический материал и базы данных касательно радиоэкологического состояния территории бывшего полигона, накопленный за годы обследования, сформирован с использованием программного комплекса ArcGis, следовательно, для упрощения переноса данных в картографическое Веб-приложение необходимо рассмотреть программный комплекс ArcGIS в сфере разработки кроссплатформенных Веб-приложений.

ArcGIS, разработанный ESRI (Environmental Systems Research Institute), представляет собой всестороннюю геоинформационную систему (ГИС), обладающую выдающимися возможностями анализа, визуализации и управления геопространственными данными. Эта платформа объединяет разнообразные продукты, включая ArcGIS Online для облачных решений, ArcGIS Desktop для приложений на рабочем столе, и ArcGIS Server для развертывания на собственных серверах. Она также предоставляет API и инструменты разработки для создания индивидуальных приложений. ArcGIS примечателен своей способностью к выполнению сложных пространственных анализов, включая геостатистические расчеты, моделирование поверхности и анализ сетей. Платформа обеспечивает создание интерактивных карт, которые могут быть легко интегрированы в Веб-приложения, делая ее ценным инструментом для визуализации и обмена геопространственной информацией. Одним из сильных аспектов ArcGIS является его доступ к обширным наборам геопространственных данных, включая карты, снимки спутников и информацию о территориальных особенностях. Это обеспечивает пользователей ценными ресурсами для различных исследовательских и прикладных задач.

Цель данной работы – обзор и анализ программных продуктов ArcGIS для выявления наиболее оптимального решения для разработки Веб-приложения в контексте устойчивого управления земельными ресурсами и водными объектами территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, расположенными на участках, планируемых к передаче в народно-хозяйственный оборот.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Среди всех программных продуктов, предоставляемых компанией ESRI, были выбраны следующие, наиболее подходящие для выполнения поставленных задач: ArcGIS Online, ArcGIS Experience Builder, ArcGIS Enterprise SDK. Рассмотрим каждый в отдельности.

ArcGIS Online – это мощная геопространственная платформа, которая обеспечивает возможности создания, хранения и обмена геопространственными данными и приложениями. Платформа является облачной [3], что обеспечивает высокую доступность и удобство использования без необходимости развертывания и поддержки собственной инфраструктуры.

Одной из ключевых характеристик ArcGIS Online является возможность создания интерактивных веб-карт и приложений без необходимости глубоких знаний программирования. Пользователи могут легко добавлять и стилизовать геоданные, использовать готовые картографические слои и символику, делая процесс визуализации данных интуитивно понятным [4]. Платформа также предоставляет возможности для совместной работы и обмена данными. Пользователи могут создавать группы для коллективной разработки проектов, обмениваться данными и приложениями [5], что делает ArcGIS Online подходящим инструментом для командной работы в области геоинформационных технологий. Открытость к сторонним интеграциям и расширениям является ещё одним важным аспектом. Платформа предоставляет API для разработчиков, что позволяет создавать индивидуальные приложения и интегрировать их с другими системами. ArcGIS Online предоставляет возможности для создания инфографики, что облегчает визуализацию данных в более доступной форме. Также пользователи могут воспользоваться инструментами пространственного анализа для получения ценных инсайтов из геоданных. Наконец, платформа обеспечивает масштабируемость и гибкость. Пользователи получают доступ к вычислительным ресурсам и хранилищу облачной инфраструктуры, что обеспечивает высокую производительность и возможность масштабирования в зависимости от потребностей проекта.

Таким образом, ArcGIS Online представляет собой всестороннюю геопространственную платформу, охватывающую широкий спектр возможностей от создания карт и визуализации данных до совместной работы и пространственного анализа [6].

ArcGIS Experience Builder – это передовой инструмент для создания Веб-приложений и интерактивных карточек с учетом геопространственного контекста [7]. Experience Builder предоставляет пользовательскую среду с визуальным интерфейсом, спроектированную для поддержки как новичков, так и опытных разработчиков. Основываясь на концепции “What You See Is What You Get” (WYSIWYG), пользователи могут легко настраивать приложения с минимальными знаниями программирования.

Важным аспектом Experience Builder является его адаптивность к потребностям различных пользователей. Это означает, что приложения могут быть созданы без участия разработчиков, используя готовые виджеты и макеты [8], но также предоставляет гибкие возможности для тех, кто желает глубже настроить приложение через пользовательский код. Визуализация данных является ключевой чертой Experience Builder. Пользователи могут интегрировать геоданные и картографические элементы в свои приложения, обеспечивая интерактивное взаимодействие с пользователями. Также инструмент предоставляет широкий спектр готовых виджетов для визуализации данных в удобной форме. Experience Builder может интегрироваться с другими сервисами и приложениями через API. Это обеспечивает хороший функционал и возможность работы с внешними данными. Есть возможность интегрировать как 2D, так и 3D данные в одно Веб-приложение. 2D и 3D карты могут быть синхронизированы, предоставляя пользователям возможность взаимодействовать с содержимым в одном месте [9]. Особенностью инструмента является поддержка множеств устройств и экранов, что обеспечивает получение информации на любом устройстве с мобильно-оптимизированными Веб-приложениями.

ArcGIS Experience Builder – это интуитивно понятное средство для создания Веб-приложений, обеспечивающее баланс между гибкостью в настройке и удобством использования для широкого круга пользователей.

ArcGIS Enterprise SDK – это набор инструментов разработки программного обеспечения для создания пользовательских расширений и интеграции с ArcGIS Enterprise [10], которая представляет собой платформу геопространственного анализа и управления данными. SDK предоставляет разработчикам широкие возможности для создания индивидуальных приложений и расширений, которые могут быть интегрированы в инфраструктуру ArcGIS Enterprise.

Одной из ключевых особенностей ArcGIS Enterprise SDK является его способность работать в среде геопространственных данных. Разработчики могут использовать этот SDK для создания собственных расширений для ArcGIS Server [11], порталов, а также для взаимодействия с геоданными в различных форматах.

Таблица 1. Сравнение функциональных характеристик и возможностей в продуктах ESRI

Параметры	ArcGIS Online	ArcGIS Experience Builder	ArcGIS Enterprise SDK
Тип платформы	облачная	локальная	локальная
Уровень доступности	высокий	высокий	локальный, требует развертывания
Удобство использования	прост в использовании, не требует глубоких знаний	интуитивно понятный визуальный интерфейс, минимальное программирование	требует опыта программирования, более сложен в использовании
Возможности настройки	ограничены	средние	высокие
Гибкость в визуализации	ограничена	средняя	высокая
Интеграция с базой данных	возможна, но ограничена	возможна	полная интеграция
Поддержка языков	—	—	JavaScript, Python, Java, .NET и др.
Тип приложения	Веб-приложения, веб-карты	Веб-приложения, карточки	пользовательские расширения и интеграция с ArcGIS Enterprise
Возможности визуализации	ограничены	средние	средние
Поддержка анализа данных	ограничена	ограничена	возможности для работы с геоданными, анализа и визуализации данных в созданных приложениях
Совместимость с другими продуктами ESRI	возможна, ограничена	возможна	полная интеграция
Поддержка разработчика	документация и поддержка сообщества	документация и поддержка сообщества	доступ к документации и сообществу, API для разработчиков

SDK предоставляет набор API и библиотек для языков программирования, таких как JavaScript, Python, Java и .NET, что делает его гибким и приспособленным к различным стекам технологий разработки. Это также позволяет разработчикам использовать свои предпочтительные инструменты и языки программирования при создании пользовательских решений.

Среди ключевых возможностей ArcGIS Enterprise SDK можно выделить:

- *Разработка пользовательских виджетов и приложений*: разработчики могут создавать собственные компоненты пользовательского интерфейса и приложения, интегрированные в ArcGIS Enterprise.

- *Работа с геоданными*: SDK предоставляет функциональность для работы с геоданными, их анализа и представления в созданных приложениях.

- *Интеграция с ArcGIS Enterprise*: разработчики могут интегрировать свои решения непосредственно с инфраструктурой ArcGIS Enterprise, взаимодействовать с сервисами, данными и функциональностью.

- *Многоплатформенность*: SDK поддерживает различные языки программирования, что позволяет создавать решения для разных платформ и устройств.

- *Документация и поддержка*: разработчики имеют доступ к обширной документации и сообществу, что облегчает процесс разработки и решение возможных трудностей.

- *Адаптация к различным сценариям использования*: SDK может быть использован для разработки решений как в Веб-приложениях, так и в настольных приложениях, что позволяет адаптировать его под различные сценарии использования в организации [5].

Использование ArcGIS Enterprise SDK предоставляет организациям возможность создавать высококачественные геопространственные приложения, интегрированные с их инфраструктурой ArcGIS Enterprise, что способствует более эффективному управлению и анализу геоданных.

Сравнение параметров и функциональных возможностей, рассмотренных выше средств разработки, представлено в таблице 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Веб-приложение должно представлять собой функциональность по сбору, анализу и визуализации данных, связанных с загрязнением радионуклидами и тяжелыми металлами, динамикой изменения концентраций во времени и пространстве, оценке качества воды, зонированию территории и другим аспектам радиэкологического состояния.

Пространственной основой Веб-приложения станут картографические материалы, выполняющие функцию визуализации и анализа географических данных. Такая основа позволит пользователям взаимодействовать с данными в контексте их местоположения. Картографический цифровой материал можно считать интегрирующей подложкой проекта, на которую накладываются статистические и спутниковые данные (снимки), тематические карты, табличная и фактографическая информация. Картографический материал будет представлен всей территорией полигона, но наибольший интерес будут составлять территории СИП, не входящие в Семипалатинскую зону ядерной безопасности (далее СЗЯБ), так как они предназначены для передачи в народно-хозяйственный оборот, согласно закону «О Семипалатинской зоне ядерной безопасности».

Атрибутивной основой для создания Веб-приложения по устойчивому управлению земельными ресурсами и водными объектами территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП) станут полученные в ходе комплексного радиоэкологического обследования результаты исследований о состоянии почвенного покрова, атмосферного воздуха, водной среды, растительного и животного мира, объединенные в специализированную базу данных (рисунки 1, 2). Достоверность этих данных обеспечивается действующей системой менеджмента качества и системой экологического менеджмента (ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 19011-2011), а также имеющимся аттестатом №КЗ.Т.07.2142. в системе аккредитации РК на соответствие требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»[12].

Для разработки Веб-приложения немаловажную роль играет картографический сервис. Этот сервис предоставляет доступ к картам через локальную сеть или интернет с помощью клиентских Веб-приложений. Данные сервисы содержат в себе все необходимые слои разнотипных геопространственных и атрибутивных данных. В свою очередь, выделяют два основных вида картографических сервисов – динамические и кэшированные.

Прорисовка динамических карт осуществляется в тот момент, когда на них поступает запрос от пользо-

вателя. У них низкое быстродействие, но они подходят для высокопроизводительных интранет-приложений и приложений, для которых необходимо отображение данных «в реальном времени» [13].

Кэшированные картографические сервисы являются самым быстрым способом доступа к картам в сети интернет через Веб-приложение. Этим способом публикации карт пользуются такие сервисы, как: ArcGIS Online, Карты Google (Google Maps), Карты Bing (Bing Maps) и многие другие сервисы. Но, при использовании кэшированного картографического сервиса отсутствует возможность оперативного изменения или дополнения геопространственных данных, так как данные сервисы не кэшируются автоматически и при повторной публикации карт необходимо повторно создать кэш геопространственных данных [14].

Основным преимуществом кэшированных картографических сервисов является то, что при создании кэша карты сервер обрисовывает всю карту на нескольких уровнях масштабирования и сохраняет сжатые копии этих изображений в кэш. Всякий раз, когда сервер получает запрос на карту, он гораздо быстрее возвращает кэшированное изображение, чем заново отрисует карту при динамической отрисовке карт. Другое преимущество кэширования состоит в том, что высокая детализация изображения не сказывается на времени предоставления кэшированного изображения карты [13].

Знак K-40 (<)	K-40	Погрешность измерений	Знак Th-232 (<)	Th-232	Знак Ra-226 (<)	Погрешность измер...	Ra-226	Погрешность измерений	Знак U-238 (<)
	720	140		33					
	980	200		26		4	36	8	
	630	130		32		3.3	65	8	
	740	150		16			19	8	
	730	150		16			45	8	
	750	150		26		2.5	37	8	
	690	140		20		3.2	25	7	
	660	130		23		3.4	39	8	
	970	190		27			25	9 <	
	750	150		37			24	11	
	710	140 <		13			32		
	840	170 <		13			35		
	580	120		14		2.5	40	8	
	720	140 <		14		3.9	46		
	620	120 <		21			36		
	430	90		17			28	8	
	560	110 <		20		7	37		
	710	140		12		3	48	6	
	750	150		19		2.4	43	8	
	570	110 <		19			39		
	750	150		16		3.3	37	8	
	330	70 <		11			44		
	440	90		15		2.9	47	7	
	310	80 <		13			37		

Рисунок 1. Интерфейс базы данных «Радиоэкологическое состояние Семипалатинского испытательного ядерного полигона» (загрузка проб по индексам)

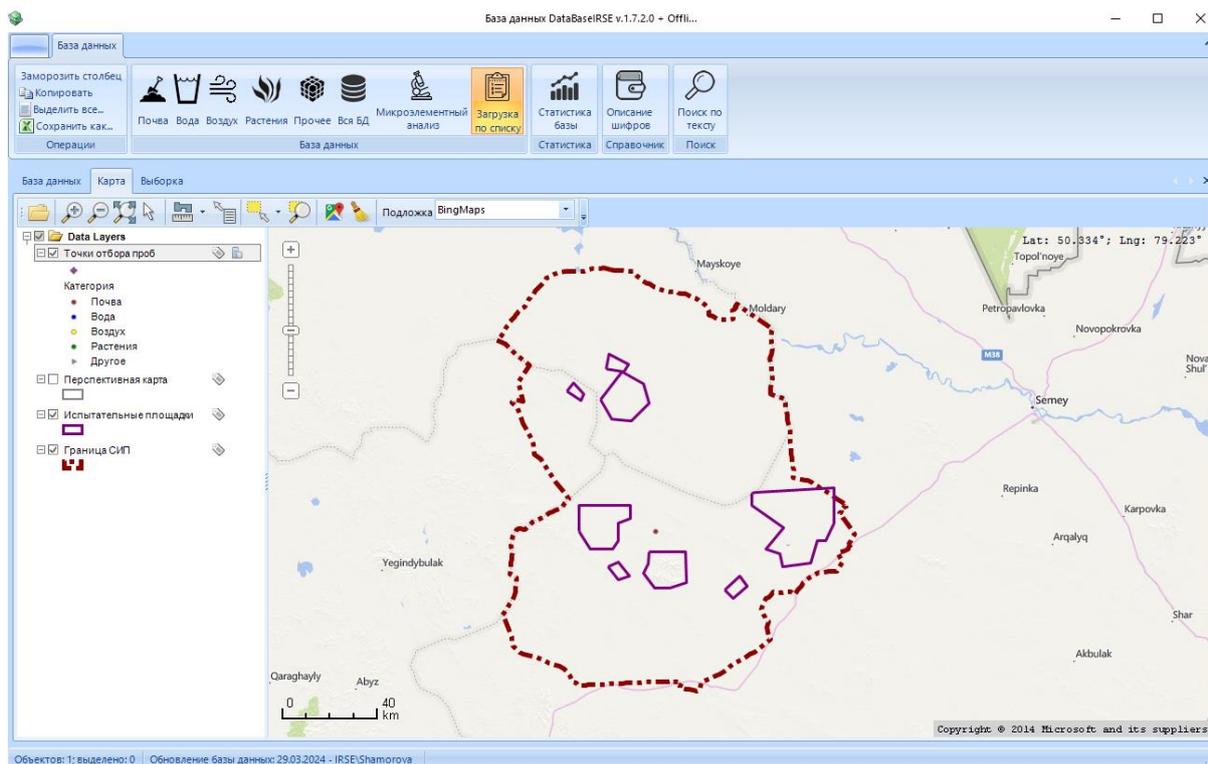


Рисунок 2. Интерфейс базы данных «Радиоэкологическое состояние Семипалатинского испытательного ядерного полигона» (пространственная визуализация)

Поэтому, в контексте разработки Веб-приложения для устойчивого управления земельными ресурсами и водными объектами территории бывшего СИП, выбор ArcGIS Enterprise SDK является вполне обоснованным. Данное решение основано на следующих ключевых факторах:

– *Геопространственная основа:* ArcGIS Enterprise SDK предоставляет оптимальные средства для работы с геоданными. Веб-приложение, базирующееся на картографической основе, будет эффективно взаимодействовать с пространственной информацией, обеспечивая наглядность текущей радиоэкологической обстановки на территории СИП.

– *Интерактивная карта и анализ данных:* ArcGIS Enterprise SDK позволяет интегрировать в Веб-приложение интерактивные карты, а также проводить анализ геоданных. Это важно для визуальной интерпретации результатов радиоэкологических исследований.

– *Интеграция с базой данных:* ArcGIS Enterprise SDK обеспечивает возможность интеграции приложения с уже имеющейся базой данных, в которой хранятся результаты радиоэкологических исследований. Такая интеграция обеспечит достоверность и доступность данных.

– *Многоплатформенность:* SDK поддерживает различные языки программирования, что позволяет создавать решения для разных платформ и устройств, обеспечивая удобство использования Веб-приложения на различных устройствах.

– *Адаптация к сценариям использования:* архитектура ArcGIS Enterprise SDK позволяет адаптироваться под различные сценарии использования в контексте устойчивого управления земельными ресурсами и водными объектами на территории СИП.

– *Документация и поддержка:* SDK обеспечивает доступ к обширной документации и сообществу разработчиков, что облегчит процесс разработки и обеспечит поддержку.

Рассмотренные ранее инструменты разработки, такие как ArcGIS Online и ArcGIS Experience Builder, имеют определенные ограничения, что делает их менее предпочтительными по сравнению с ArcGIS Enterprise SDK по ряду причин.

ArcGIS Online ограничен в возможностях настройки, что снижает его гибкость и делает его менее подходящим для успешной реализации нашего проекта. Ограничения в безопасности и контроле также выявлены, что делает эту платформу менее предпочтительной для наших специфических требований.

ArcGIS Experience Builder также имеет свои ограничения. Он обладает ограниченной гибкостью в визуализации данных, что может быть несовместимо с высокими стандартами визуального представления информации. Ограничения в пользовательском интерфейсе могут также быть препятствием для проектов, требующих выдающейся степени индивидуализации.

С другой стороны, ArcGIS Enterprise SDK обладает рядом преимуществ. Он предоставляет высокий

уровень локального контроля и безопасности, что соответствует нашим стремлениям соблюсти высокие стандарты в этих областях. Кроме того, гибкая настройка делает его предпочтительным вариантом для проектов, требующих глубокой индивидуализации и гибкости.

Таким образом, учитывая чувствительность данных, ограниченные возможности визуализации и поддержки анализа данных, а также отсутствие многоплатформенности и поддержки языков, ArcGIS Online и ArcGIS Experience Builder могут не полностью удовлетворить наши потребности, в то время как ArcGIS Enterprise SDK обладает всеми необходимыми характеристиками. Касательно картографических сервисов, кэшированными сервисами актуально представлять базовые карты. Это карты, которые не требуют оперативного изменения данных (например, топографические карты, карты границ земельных участков, гидрографии и т.п.). Динамическая отрисовка карт, актуальна для результатов лабораторных исследований отобранных проб и отражения мониторинговых объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для разработки Веб-приложения по устойчивому управлению земельными ресурсами и водными объектами бывшего СИП, расположенными на участках, планируемых к передаче в народно-хозяйственный оборот, был проведен обзор и подробный анализ программных продуктов, предоставляемый компанией ESRI. Из рассмотренных вариантов – ArcGIS Online, ArcGIS Experience Builder и ArcGIS Enterprise SDK – выбор пал на последний как на оптимальное решение. Этот выбор обоснован наличием локального контроля и повышенной безопасности, что имеет первостепенное значение для обработки чувствительных экологических данных.

По сравнению с ArcGIS Online и ArcGIS Experience Builder, где выявлены ограничения в гибкости визуализации и пользовательского интерфейса, SDK отличается возможностью высокоуровневой настройки этих аспектов. Это крайне важно при создании Веб-приложения для радиоэкологических данных, где точность представления и комфорт пользовательского взаимодействия играют ключевую роль.

Кроме того, ArcGIS Enterprise SDK обеспечивает необходимую интеграцию с базой данных, где хранятся результаты радиоэкологических исследований, обеспечивая тем самым достоверность и доступность данных. Поддержка различных языков программирования делают SDK наилучшим выбором для адаптации под разнообразные сценарии использования в устойчивом управлении территориями.

Наконец, широкая документация и поддержка сообщества разработчиков обеспечивают надежность в процессе разработки и последующей эксплуатации приложения. Таким образом, выбор ArcGIS Enterprise SDK является обоснованным шагом для успеш-

ной реализации проекта управления земельными ресурсами и водными объектами бывшего СИП.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках научной программы BR21882086 «Разработка устойчивого управления земельными ресурсами и водными объектами на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона».

ЛИТЕРАТУРА

1. Айдарханов, А.О. Комплексное радиоэкологическое обследование Семипалатинского испытательного полигона / А.О. Айдарханов, Е.В. Мустафина, Н.В. Ларионова, П.Е. Кривицкий, Ю.В. Бакланова // Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана / Ин-т радиационной безопасности и экологии РГП НЯЦ РК. – 2023. – Вып. 7. – С. 13–26.
2. Абишева, М.Т., Монаенко В.Н. Геоинформационные технологии в обследовании семипалатинского испытательного полигона / М.Т. Абишева, В.Н. Монаенко // Семипалатинский испытательный полигон: наследие и перспективы развития научно-технического потенциала: материалы X междунар. конф. (12–14 сентября 2023 г., г. Курчатова). – Курчатова: РГП НЯЦ РК, 2023. – С. 104.
3. ArcGIS SaaS Infrastructure [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/capabilities/infrastructure> (дата обращения 03.02.2024).
4. Make Maps: Build interactive maps that explain your data [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/capabilities/make-maps> (дата обращения 03.02.2024).
5. Collaborate with colleagues: Work effectively across your organization building and using maps [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/capabilities/collaborate> (дата обращения 03.02.2024).
6. ArcGIS Online: A complete software as a service platform for your mapping and analysis workflows [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview> (дата обращения 03.02.2024).
7. ArcGIS Experience Builder overview and concepts [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/experience-builder/mapping/experience-builder-overview/> (дата обращения 03.02.2024).
8. ArcGIS Experience Builder: виджеты [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://doc.arcgis.com/ru/experience-builder/latest/configure-widgets/widgets-overview.htm> (дата обращения 03.02.2024).
9. ArcGIS Experience Builder: Что такое ArcGIS Experience Builder? [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://doc.arcgis.com/ru/experience-builder/latest/get-started/what-is-arcgis-experience-builder.htm> (дата обращения 05.02.2024).
10. ArcGIS Enterprise SDK /.NET Guide: What is ArcGIS Enterprise SDK [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://developers.arcgis.com/enterprise-sdk/guide/net/> (дата обращения 05.02.2024).

11. ArcGIS Enterprise SDK /.NET Guide: Frequently asked questions [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://developers.arcgis.com/enterprise-sdk/guide/net/frequently-asked-questions-net/> (дата обращения 05.02.2024).
12. Комплексное радиоэкологическое обследование Семипалатинского испытательного полигона: монография / Э.Г. Батырбеков, А.О. Айдарханов, А.А. Витюк, [и др.]; Ин-т радиационной безопасности и экологии РГП НЯЦ РК. – Кокшетау: ТОО «Надежда 2050», 2021. – 339 с.: ил. – Библиогр.: с. 315–339; 212 назв. – 500 экз. – ISBN 978-601-7972-64-6.
13. Быков, А.В. Web-картографирование: учеб. пособие / А.В. Быков, С.В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – 110 с. – ISBN 978-5-7944-2565-9.
14. О кэшированных картографических сервисах [Электронный ресурс]. – 2024 – URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/map/web-maps-and-services/about-cached-map-services.htm> (дата обращения 19.02.2024).
6. ArcGIS Online: A complete software as a service platform for your mapping and analysis workflows [Electronic resource]. – 2024. – URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview> (date of access 03.02.2024).
7. ArcGIS Experience Builder overview and concepts [Elektronnyy resurs]. – 2024. – URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/experience-builder/mapping/experience-builder-overview/> (date of access 03.02.2024).
8. ArcGIS Experience Builder: vidzhety [Electronic resource]. – 2024. – URL: <https://doc.arcgis.com/ru/experience-builder/latest/configure-widgets/widgets-overview.htm> (date of access 03.02.2024).
9. ArcGIS Experience Builder: Chto takoe ArcGIS Experience Builder? [Electronic resource]. – 2024. – URL: <https://doc.arcgis.com/ru/experience-builder/latest/get-started/what-is-arcgis-experience-builder.htm> (date of access 05.02.2024).
10. ArcGIS Enterprise SDK /.NET Guide: What is ArcGIS Enterprise SDK [Electronic resource]. – 2024. – URL: <https://developers.arcgis.com/enterprise-sdk/guide/net/> (date of access 05.02.2024).
11. ArcGIS Enterprise SDK /.NET Guide: Frequently asked questions [Electronic resource]. – 2024. – URL: <https://developers.arcgis.com/enterprise-sdk/guide/net/frequently-asked-questions-net/> (date of access 05.02.2024).
12. Комплексное радиоэкологическое обследование Семипалатинского испытательного полигона: монография / Э.Г. Батырбеков, А.О. Айдарханов, А.А. Витюк, [и др.]; Ин-т радиационной безопасности и экологии РГП НЯЦ РК. – Кокшетау: ТОО «Надежда 2050», 2021. – 339 p.: ил. – Библиогр.: p. 315–339; 212 nazv. – 500 ekz. – ISBN 978-601-7972-64-6.
13. Bykov, A.V. Web-kartografirovaniye: ucheb. posobie / A.V. Bykov, S.V. P'yankov; Perm. gos. nats. issled. un-t. – Perm', 2015. – 110 p. – ISBN 978-5-7944-2565-9.
14. O keshirovannykh kartograficheskikh servisakh [Electronic resource]. – 2024 – URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/map/web-maps-and-services/about-cached-map-services.htm> (date of access 19.02.2024).

REFERENCES

1. Aydarkhanov, A.O. Kompleksnoe radioekologicheskoe obsledovanie Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona / A.O. Aydarkhanov, E.V. Mustafina, N.V. Larionova, P.E. Krivitskiy, Yu.V. Baklanova // Aktual'nye voprosy radioekologii Kazakhstana / In-t radiatsionnoy bezopasnosti i ekologii RGP NYaTs RK. – 2023. – Issue 7. – P. 13–26.
2. Abisheva, M.T., Monaenko V.N. Geoinformatsionnye tekhnologii v obsledovanii semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona / M.T. Abisheva, V.N. Monaenko // Semipalatinskiy ispytatel'nyy poligon: nasledie i perspektivy razvitiya nauchno-tekhnicheskogo potentsiala: materialy X mezhdunar. konf. (12–14 sentyabrya 2023 g., g. Kurchatov). – Kurchatov: RGP NYaTs RK, 2023. – P. 104.
3. ArcGIS SaaS Infrastructure [Electronic resource]. – 2024. – URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/capabilities/infrastructure> (date of access 03.02.2024).
4. Make Maps: Build interactive maps that explain your data [Electronic resource]. – 2024. – URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/capabilities/make-maps> (date of access 03.02.2024).
5. Collaborate with colleagues: Work effectively across your organization building and using maps [Electronic

**ФУНКЦИОНАЛДЫЛЫҚ МҮМКІНДІКТЕРДІ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ БҰРЫНҒЫ ССП
ЖЕР ЖӘНЕ СУ ОБЪЕКТІЛЕРІН ТҰРАҚТЫ БАСҚАРУ КОНТЕКСТІНДЕ ҚОЛДАНЫЛУЫ
НЕГІЗІНДЕ ГЕОКЕҢІСТІК ВЕБ-ҚОСЫМШАЛАРДЫ ӘЗІРЛЕУГЕ АРНАЛҒАН
ГАЗ ПЛАТФОРМАЛАРЫНА ШОЛУ**

И. А. Бачурина*, В. Н. Монаенко, Н. В. Ларионова, А. В. Топорова

ҚР ҰЯО РМК «Радиациялық қауіпсіздік және экология институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан

**Байланыс үшін E-mail: bachurina@nnc.kz*

Мақалада үш негізгі бағдарламалық өнімге назар аударып отырып, геокеңістіктік Веб-қосымшаларды: ArcGIS Online, ArcGIS Experience Builder, ArcGIS Enterprise SDK құрудың негізгі құралдары қарастырылған. Олардың функционалдық мүмкіндіктерін талдау және салыстыру жүргізілді. Халық-шаруашылық айналымына беру жоспарланған учаскелерде орналасқан бұрынғы Семей сынақ полигоны аумағының жер ресурстары мен су объектілерін тұрақты басқару жөніндегі Веб-қосымшаны әзірлеу контекстінде платформалардың әрқайсысының артықшылықтары мен кемшіліктері атап өтілді. Алынған нәтижелер полигон аумағының нақты міндеттері мен ерекшеліктерін ескере отырып, геокеңістіктік Веб-қосымшаларды тиімді әзірлеу үшін ең жақсы құралды таңдау туралы кешенді түсінік береді.

Түйін сөздер: ССП, Веб-қосымша, геокеңістік деректер, карталар, ArcGIS, геоақпараттық жүйелер, API.

**OVERVIEW OF GIS-PLATFORMS TO DEVELOP GEOSPATIAL WEB APPLICATIONS
BASED UPON THE ANALYSIS OF FUNCTIONALITIES AND APPLICABILITY IN THE CONTEXT
OF THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF LAND RESOURCES AND WATER BODIES
AT THE FORMER STS**

I. A. Bachurina*, V. N. Monayenko, N. V. Larionova, A. V. Toporova

Branch "Institute of Radiation Safety and Ecology" RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

**E-mail for contacts: bachurina@nnc.kz*

The article addresses the basic tools for creating geospatial Web applications focusing on three key software products: ArcGIS Online, ArcGIS Experience Builder and ArcGIS Enterprise SDK. Functionalities have been analyzed and compared. This covers advantages and disadvantages of each platform in the context of developing a Web application for the sustainable management of land resources and water bodies at the former Semipalatinsk Test Site in areas planned to be released to the economic turnover. Findings provide a comprehensive insight into the choice of the best tool to efficiently work out geospatial Web applications given specific tasks and specificity of the test site area.

Keywords: STS, Web application, geospatial data, maps, ArcGIS, geoinformation systems, API.