МРНТИ 20.15.05 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.4.29-1021**

РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КАРТОГРАФИЧЕСКОГО РЕСУРСА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ИНТЕГРАЦИИ С ДРУГИМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

[1]А.У. Калижанова, [1]А.У. Утегенова, [2]Е.А. Бекешев, [3]М.А. Ворогушина, [3]З.М. Рахимжанова

[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК, Алматы, Казахстан,
[2]Филиал республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Инфракос» в г. Алматы, Алматы, Казахстан,
[3]НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», Алматы, Казахстан

Корреспондент-автор: z.rakhimzhanova@aues.kz

В статье рассмотрены этапы проектирования многофункциональной картографической платформы, предназначенной для оценки промышленного воздействия на окружающую среду в районах падения отработанных ступеней ракет-носителей и прилегающих территорий. Система построена по модульному принципу, что позволяет гибко интегрировать различные типы данных: о землепользовании, климатических условиях, хозяйственной деятельности, источниках загрязнения и природоохранных мероприятиях. Для обеспечения высокой точности анализа используются современные геоинформационные технологии (ГИС), данные дистанционного зондирования Земли и методы пространственного моделирования. Это дает возможность комплексно оценивать экологические риски, прогнозировать последствия антропогенного воздействия и оперативно корректировать природоохранные стратегии. Разработан ресурс обеспечивающий сбор, хранение и систематическое обновление данных, а также их визуализацию на электронных картах. Платформа поддерживает автоматизированное формирование экологических паспортов территорий, что упрощает процедуру мониторинга и отчетности.

Реализованный подход повышает эффективность управления экологической безопасностью, способствует принятию обоснованных решений и минимизации ущерба природным экосистемам. Для расширения функциональных возможностей разработанное решение может быть интегрировано с другими информационными системами.

Перспективным направлением развития ресурса является создание долгосрочного архива экологических данных для совершенствования природоохранных стратегий.

Ключевые слова: экологический мониторинг, ГИС, зоны падения, картографический ресурс, модуль, загрязнение, интеграция данных.

БАСҚА АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРМЕН ӘРІ ҚАРАЙ ИНТЕГРАЦИЯЛАНУ МҮМКІНДІГІ БАР КӨПФУНКЦИОНАЛДЫ КАРТОГРАФИЯЛЫҚ РЕСУРСТЫҢ МОДУЛЬДЕРІН ӘЗІРЛЕУ

[1]А.У. Калижанова, [1]А.У. Утегенова, [2]Е.А. Бекешев, [3]М.А. Ворогушина, [3]З.М. Рахимжанова

[1]ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» РМК, Алматы, Қазақстан,
[2]Шаруашылық жүргізу құқығындағы «Инфракос» республикалық мемлекеттік кәсіпорнының Алматы қаласындағы филиалы, Алматы, Қазақстан,
[3]КеАҚ «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті», Алматы, Қазақстан, e-mail: z.rakhimzhanova@aues.kz

Мақалада зымыран тасығыштардың пайдаланылған сатыларының құлау аймақтары мен оған іргелес аудандарда қоршаған ортаға өнеркәсіптік әсерді бағалауға арналған көпфункционалды картографиялық платформаны жобалау кезеңдері қарастырылған. Жүйе модульдік принцип бойынша құрылған, бұл әртүрлі деректер түрлерін: жерді пайдалану, климаттық жағдайлар, шауашылық қызмет, ластану көздері және табиғатты қорғау шаралары икемді түрде біріктіруге мүмкіндік береді. Талдаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз ету үшін заманауи геоақпараттық технологиялар

(ГАЖ), Жерді қашықтықтан зондтау деректері және кеңістіктік модельдеу әдістері қолданылады. Бұл экологиялық тәуекелдерді кешенді бағалауға, антропогендік әсердің салдарын болжауға және табиғатты қорғау стратегияларын жедел түзетуге мүмкіндік береді. Әзірленген ресурс деректерді жинауды, сақтауды және жүйелі түрде жаңартуды, сондай-ақ оларды электрондық карталарда бейнелеуді қамтамасыз етеді. Платформа аумақтардың экологиялық паспорттарын автоматтандырылған қалыптастыруды қолдайды, бұл мониторинг пен есеп беру рәсімін жеңілдетеді. Іске асырылған тәсіл экологиялық қауіпсіздікті басқарудың тиімділігін арттырады, негізделген шешімдер қабылдауға және табиғи экожүйелерге залалды азайтуға ықпал етеді. Функционалдылықты кеңейту үшін әзірленген шешімді басқа ақпараттық жүйелермен біріктіруге болады. Ресурсты дамытудың перспективалық бағыты табиғат қорғау стратегияларын жетілдіру үшін экологиялық деректердің ұзақ мерзімді мұрағатын құру болып табылады.

Түйін сөздер: экологиялық мониторинг, ГАЖ, құлау аймақтары, картографиялық ресурс, модуль, ластану, деректерді интеграциялау.

DEVELOPMENT OF MODULES FOR A MULTIFUNCTIONAL CARTOGRAPHIC RESOURCE WITH THE POSSIBILITY OF FURTHER INTEGRATION WITH OTHER INFORMATION SYSTEMS

[1]A.U. Kalizhanova, [1]A.U. Utegenova, [2]Y.A. Bekeshev, [3]M.A. Vorogushina, [3]Z.M. Rakhimzhanova

[1]Institute of Information and Computing Technologies of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan,
[2]Branch office of the Republican State Enterprise on the right of economic management «Infracos» in Almaty, Almaty, Kazakhstan,
[3]NPJSC "Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev", Almaty, Kazakhstan,
e-mail: z.rakhimzhanova@aues.kz

The article discusses the design stages of a multifunctional cartographic platform designed to assess the industrial impact on the environment in the fall areas of spent launch vehicle stages and adjacent territories. The system is based on a modular principle, which allows flexible integration of various types of data: on land use, climatic conditions, economic activity, sources of pollution and environmental protection measures. Modern geoinformation technologies (GIS), remote sensing data, and spatial modeling methods are used to ensure high accuracy of the analysis. This makes it possible to comprehensively assess environmental risks, predict the consequences of anthropogenic impact, and promptly adjust environmental strategies. A resource has been developed that provides for the collection, storage and systematic updating of data, as well as their visualization on electronic maps. The platform supports the automated generation of environmental passports of territories, which simplifies the monitoring and reporting procedure. The implemented approach increases the effectiveness of environmental safety management, promotes informed decision-making and minimizes damage to natural ecosystems. To expand the functionality, the developed solution can be integrated with other information systems. A promising area of resource development is the creation of a long-term archive of environmental data to improve environmental strategies.

Keywords: environmental monitoring, GIS, fall zones, cartographic resource, module, pollution, data integration.

Введение. Ракетно-космическая деятельность оказывает значительное влияние на окружающую среду, особенно в районах падения отработавших частей ракет. Для уменьшения этого воздействия нужны инструменты мониторинга и анализа экологической обстановки. Предложенное нами решение – интерактивная модульная картографическая система, каждый компонент которой отвечает за конкретную задачу: сбор, анализ, обработка и визуализация данных о состоянии природы в зонах падения ОЧРН и на прилегающих территориях. Такой подход позволяет подстроить систему под разные требования и сделать экологический кон-

троль более эффективным.

Для выполнения функций, связанных с экологической оценкой и регулированием экологической безопасности картографический ресурс разбит на следующие модули (рис.1):

1) «Общие сведения о предприятии и территории». Компонент определяет принадлежность зоны падения ОЧРН для правильной связки информации с ответственными сторонами. Содержит информацию о:

- координатах зоны падения ОЧРН;

- владельце территории и правовом статусе;

- действующих правилах использования участка;

- ответственном органе за территорию.

2) «Мониторинг природно-климатических условий». Модуль помогает оценить природные особенности территории. Объединены сведения о:

- рельефе местности (горы, равнины, овраги);

- климате (температура, осадки, ветра);

- ландшафте (леса, степи, водоёмы).

3) ”Мониторинг хозяйственной деятельности». Данные этого компонента помогают оценить риски и степень защищенности территории. Здесь указана информацию о:

- населенных пунктах и инфраструктуре;

- производственных объектах;

- источниках загрязнения.

4) «Мониторинг загрязнений» - инструмент для отслеживания, воздействия человека на окружающую среду. Компонент собирает данные о:

- количестве и локализации выбросов загрязняющих веществ;

-степени загрязнения экосистем по ключевым параметрам (атмосферы, почвенного покрова, воды.

5) В компоненте «Ракетно-космическая деятельность»:

- прописаны точные пределы выбросов;

- учтены все виды загрязнений от ракетных запусков;

- описаны методы утилизации опасных материалов;

- указаны способы переработки и повторного использования компонентов.

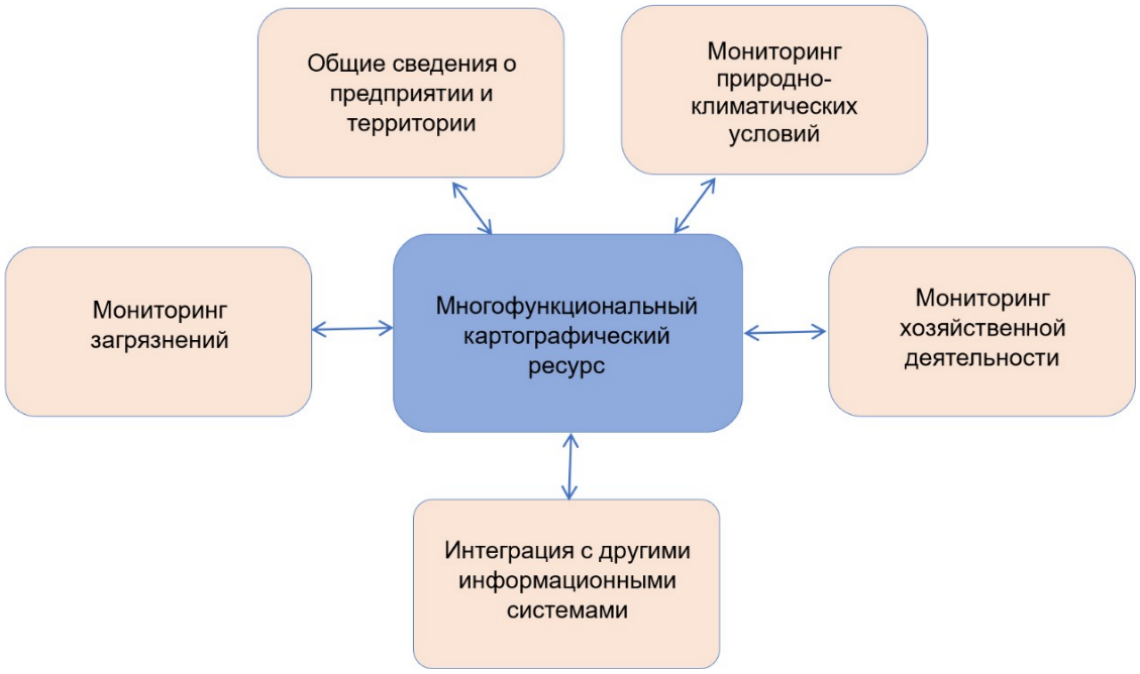


Рис.1 - Модульная структура картографического ресурса

Объединение указанных модулей в одну ГИС и подключение ее к внешним базам данных, дает возможность:

- оптимизации процессов принятия управленческих решений;

- разработки эффективных природоохранных стратегий;

- обеспечения экологической безопасности на территориях, подверженных воздействию космической деятельности.

Материалы и методы. Для разработки многофункциональной картографической системы использована технологии геоинформационного моделирования и данные экологического мониторинга. Особое внимание было уделено возможности объединения данных из разных источников в единую аналитическую платформу [1, 2].

Ключевой особенностью разработки стала модульная архитектура программного обеспечения. Такой подход обеспечивает гибкость системы и позволяет легко наращивать её функциональность по мере необходимости. Также модульная структура упрощает взаимодействие с другими информационными системами.

Комплексный подход разработки сочетает:

- принципы создания геоинформационных систем;

- международные стандарты экологического контроля;

- современные методы анализа пространственных данных;

- технологии моделирования природных процессов.

При этом соблюдены требования международных стандартов ISO в области экологического менеджмента и космической деятельности [3-6], что гарантирует соответствие системы международным требованиям.

Используемые материалы и источники данных. В работе применяются:

- геоинформационные карты – с обозначением зон воздействия и близлежащих

территорий;

- спутниковые снимки (включая детальные изображения среднего и высокого

разрешения) - для дистанционного мониторинга состояния окружающей среды;

- официальные данные - статистика, кадастровая информация, сведения о населённых

пунктах, инфраструктуре и источниках загрязнения;

- нормативные документы - экологические заключения, предельно-допустимых

концентраций вредных веществ, допустимые уровни загрязнения и правила проведения экспертиз.

Для точного оценивания экологической ситуации и принятия решений используются актуальные карты, спутниковые данные, госстатистика и экологические нормы.

Методы анализа. Для изучения взаимосвязей между состоянием окружающей среды, природными факторами и антропогенным воздействием была применена комплексная методика исследования. Основу анализа составил ГИС-подход, при котором различные картографические данные о почвенном покрове, расположении промышленных объектов и уровне загрязнения были совмещены в единой системе координат. Такой пространственный анализ выявил территории с наиболее острыми экологическими проблемами [7, 8].

Важную роль в исследовании играет экспертная оценка квалифицированных специалистов, изучающих все имеющиеся данные и дающих профессиональное заключение о текущей экологической ситуации. Дополнительно проведен статистический анализ, установивший зависимость между географическими характеристиками местности и показателями загрязнения [9, 10].

Разработанная геоинформационная система призвана обеспечить комплексный мониторинг зон падения ОЧРН, включая сбор актуальных данных, прогнозирование возможных последствий и разработку превентивных природо-

охранных мероприятий.

Перспективным направлением является создание долговременного архива экологической информации, который послужит основой для совершенствования стратегий охраны окружающей среды. Реализованный подход позволяет не только фиксировать текущее состояние природных объектов, но и разрабатывать эффективные механизмы предотвращения потенциального экологического ущерба.

Ресурс дает возможность для структуризации данных таким образом, чтобы обеспечить их организованное хранение и удобный поиск для пользователей с разным уровнем подготовки. Для поддержания данных в актуальном состоянии предусмотрена функция их систематического обновления за счет применения автоматизированных инструментов экологического контроля. Интеграция ресурса с существующими системами ГИС позволит визуализировать и изучать пространственные данные с отображением их на электронных картах [11]. Для защиты данных предполагается применение современных способов обеспечения безопасности (криптографическое преобразование, децентрализованное размещение, управление правами). Благодаря применению стандартизированных форматов данных и соблюдению международных норм, ресурс сможет взаимодействовать с существующими платформами экологического мониторинга.

Обсуждения и результаты. На территории Улытауского района Казахстана (рис.2 и 3) расположена зона Ю25, известная как район падения отделяющихся частей ракет-носителей, в частности, входящей в траектории запусков ракет-носителей типа «Союз» и «Энергия». Данный участок служит примером того, как данные, полученные в ходе полевых экологических наблюдений, могут быть успешно интегрированы с положениями нормативных документов в рамках единой геоинформационной платформы. Площадь зоны составляет около 230 тысяч гектаров, что наглядно свидетельствует о возможных масштабах воздействия на экосистемы и необходимости постоянного экологического контроля.

На карте представлены следующие элементы:

- территориальные контуры районов падения ОЧРН;

- обозначенные предохранительные области влияния (радиус 15-25 км вокруг зоны падения);

- отображение траекторий запуска исходя из параметров вывода на орбиту;

- таблица с координатами, радиусами, административными принадлежностями территорий (включая Улытаускую, Карагандинскую, Костанайскую и др. области) (рис.4).

Этот картографический уровень обеспечивает:

- установление точного местоположения на карте и периода времени, в течение которого область испытывает негативное воздействие;

- создание индивидуального отчета на основе точных координат (например, Ю25: 67014’ ВД, 47018’ СШ);

- прогнозирование путей миграции загрязняющих веществ (с учётом рельефа местности, бассейнов водосборов и других факторов);

- передача и обновление информации для построения экологических моделей.

Система работает в двух режимах - пользовательском и операторском (см. рисунки 5 и 6). В простом пользовательском режиме любой пользователь может:

- свободно перемещаться по карте;

- включать/выключать разные слои информации;

- просматривать данные в удобном формате - как текст, таблицы или графики.

Расширенный режим предназначен для специалистов и позволяет:

- редактировать существующую информацию;

- добавлять новые данные мониторинга;

- автоматически формировать отчетные документы.

Такой подход делает систему удобной как для обычных пользователей, так и для специалистов.

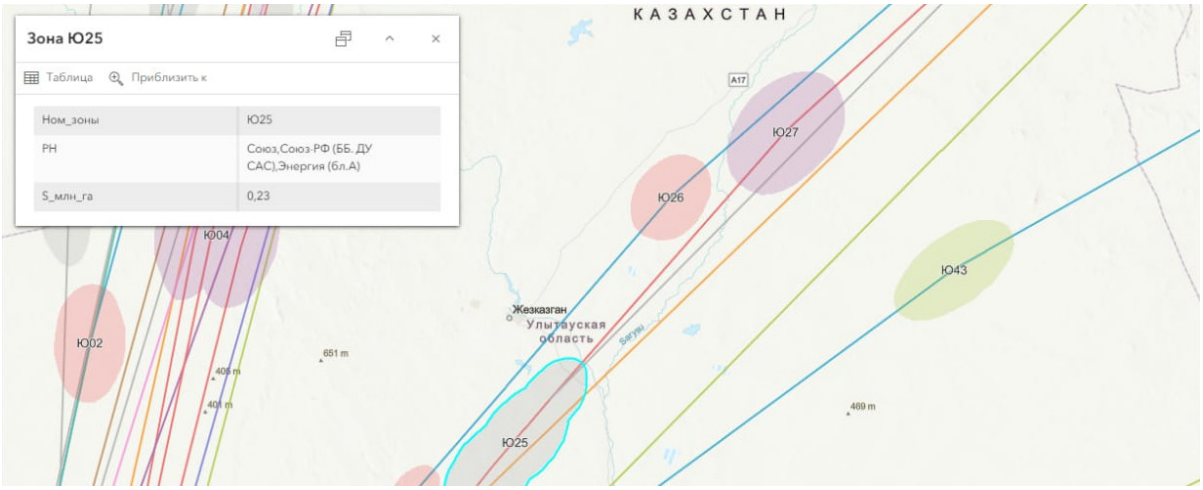


Рис.2 - Геопространственная информация зоны Ю25

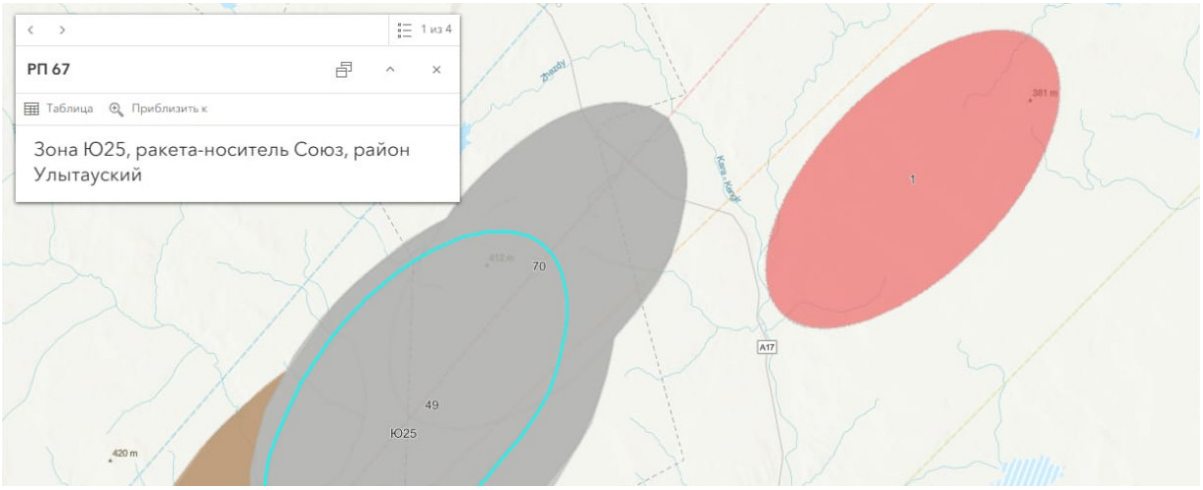


Рис.3 - Зона Ю25 с наложением участков загрязнения

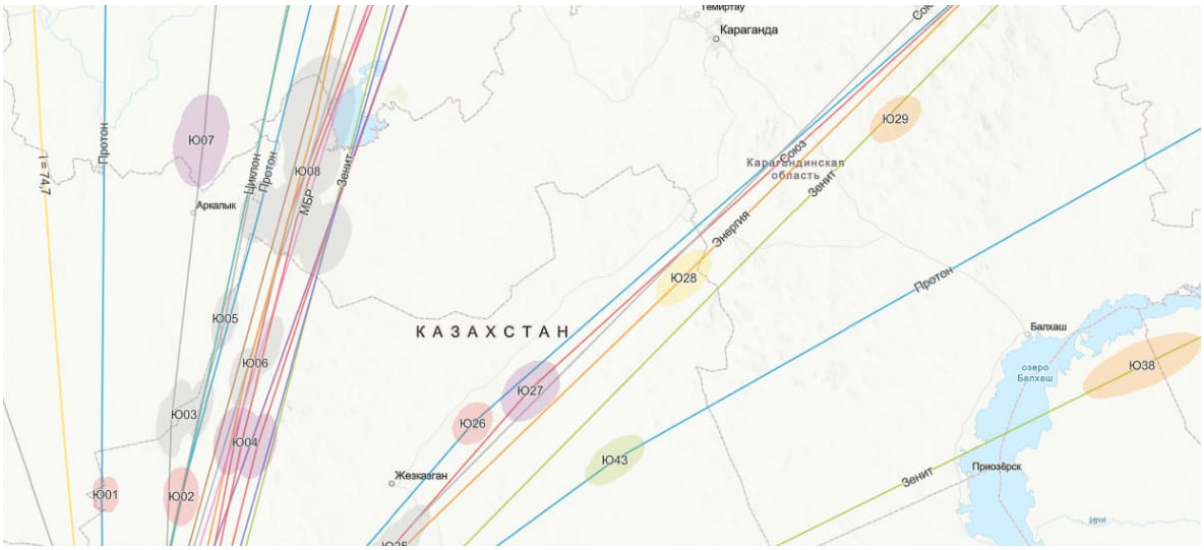


Рис.4 - Схема территорий Ю01-Ю43

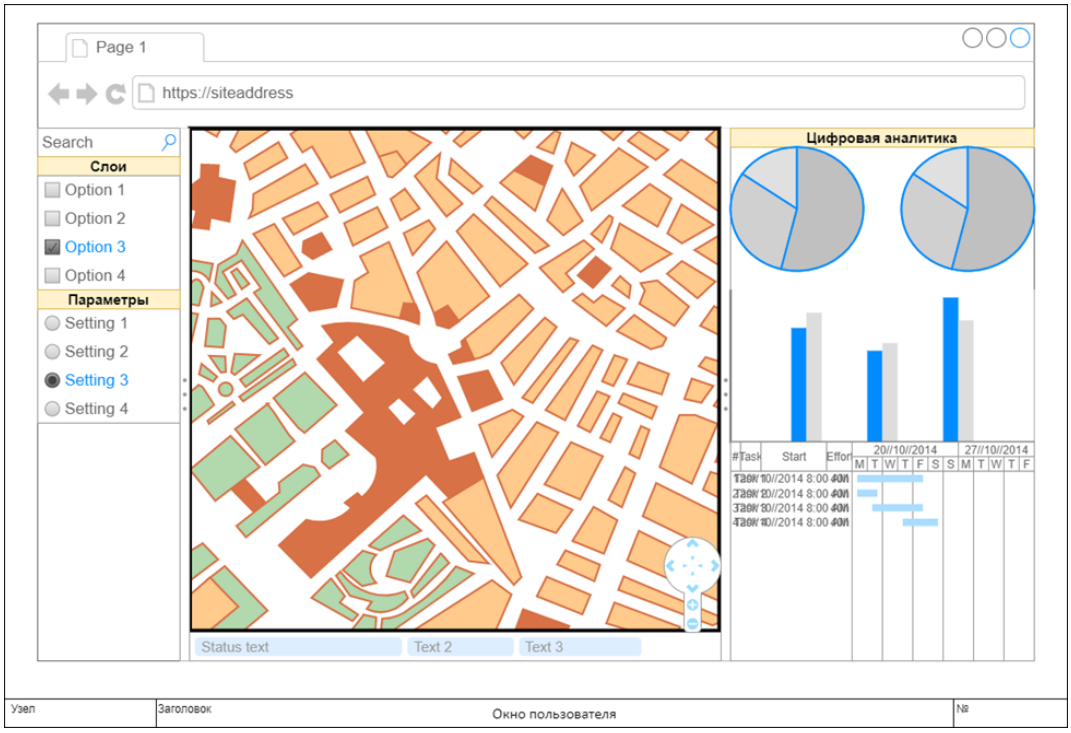


Рис.5 - Режим пользователя

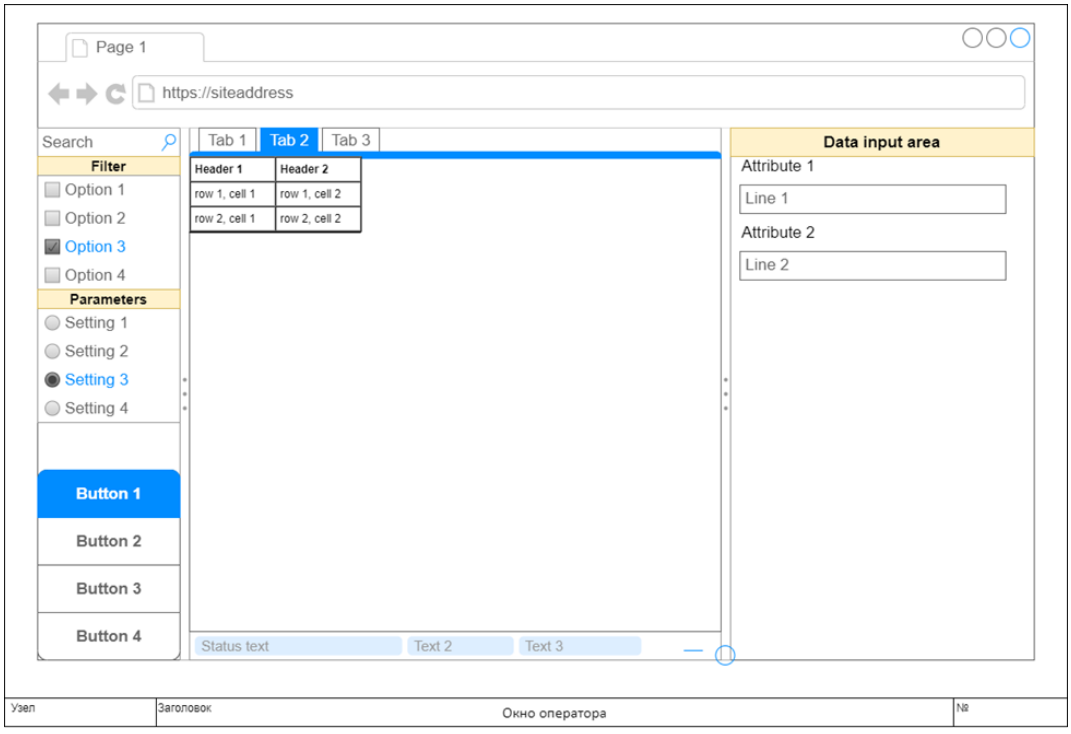


Рис.6 - Расширенный режим работы в системе

Разработанная система позволила перевести экологический контроль в ракетно-космической отрасли в цифровой формат.

Основные преимущества нашего подхода:

- все данные будут собраны в единую систе-

му;

- позволит оперативно выявлять экологические риски;

- даст научное обоснование для методов контроля;

- поможет соблюдать международные экологические нормы.

Представленный к обсуждению картографический ресурс легко интегрируется в аналогичные существующие платформы экологического мониторинга. Благодаря модульному принципу построения, систему можно настраивать для решения широкого спектра задач от экологического мониторинга до научных исследований. Интеграция данных из различных источников (спутниковые изображения, земельный кадастр, отчетная документация и полевые исследования) в единую платформу имеет особую важность. Собранная информация может быть использована для создания экологических паспортов регионов, формирования отчетов в соответствии с международными стандартами, также для прогнозирования результатов падения ОЧРН.

Выводы. В рамках проекта разработана и апробирована модульная ГИС-платформа для экологического контроля в районах падения частей ракет. Эта система позволяет объективно оценивать состояние окружающей среды и делает процесс мониторинга более открытым.

Платформа совместима с другими базами данных, что упрощает работу между различными организациями и регионами. Ее можно применять как для государственного экологического надзора, так и для научных исследований.

В перспективе планируется обеспечение кроссплатформенности системы, размещение и интеграция сети сенсоров в пределах зон падения ОЧРН для дистанционного сбора параметров загрязнения и передачи информации в реальном времени в ГИС-платформу. Система обеспечивает точную географическую привязку, наглядное отображение информации на картах, надежное хранение данных и согласованную работу всех модулей.

Такое решение поможет эффективнее контролировать экологическую обстановку в районах космической деятельности и оперативно реагировать на возможные изменения.

Финансирование. *Исследования при поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках гранта №AP23488291 «Разработка многофункционального ресурса экологической паспортизации районов падения отделяющихся частей ракет-носителей методом адаптивного представления интерактивных ГИС».*

Литература

1. Лисицкий Д.В. Картография в эпоху информатизации: новые задачи и возможности // География и природные ресурсы. - 2016. - № 4. -С. 22-28.

2. Gerasimova M.I., Chernitsova O.V., Vasil’chuk J.Yu., Kosheleva N.E. GIS mapping of the soil cover of an urbanized territory: drainage basin of the Setun river in the West of Moscow (Russian Federation)/ Geography, environment, sustainability. -2024. -Vol.17(2). -P.131-138. DOI 10.24057/2071-9388-2024-3136.

3. Международный стандарт ISO 14001:2004 «Системы экологического менеджмента. требования и руководство по применению». URL: https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-2:v1:ru. -Дата обращения 02.06.2025.

4. Стандарт РК 14001-2016 «Системы экологического менеджмента». URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33001583&show_di=. -Дата обращения 02.06.2025.

5. СТ РК ИСО 14040-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399607. -Дата обращения 02.06.2025.

6. ISO 14620-2:2019 «Space systems – Safety requirements. – Part 2: Launch site operation». URL: https:// www.iso.org/standard/74116.html. -Дата обращения 02.06.2025.

7. Курагин А.В., Колесенков А.Н., Костров Б.В. Разработка и анализ методов проектирования геоинформационных систем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2021. -С.283-287. DOI 10.24412/2071-6168-2021-9-283-287.

8. Kölle M., Walter V., Sörgel U. Building a Fully-Automatized Active Learning Framework for the Semantic Segmentation of Geospatial 3D Point Clouds // Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science. -2024. -Vol.92. -P.131-161. DOI 10.1007/s41064-024-00281-3.

9. Бешенцев А.Н. Научные основы информационной концепции картографического метода исследования//Вестник СГУГиТ. -2018. -Т.23 (1). -С.85-108.

10. Линкина А.В., Лихачев С.А. Применение корреляционного и регрессионного анализа в геоинформационных системах//Воронежский институт высоких технологий. -2022. - № 16(2). - С.80-82.

11. Лисицкий Д.В. Новый аналого-цифровой метод формирования и использования картографического отображения геопространства с применением мультимедийных средств//ИнтерКарто. ИнтерГИС. -2020. -Т.26 (1). -С.361-374. DOI 10.35595/2414-9179-2020-1-26-361-374.

References

1. Lisickij D.V. Kartografija v jepohu informatizacii: novye zadachi i vozmozhnosti // Geografija i prirodnye resursy. - 2016. - № 4. -S. 22-28. [in Russian]

2. Gerasimova M.I., Chernitsova O.V., Vasil’chuk J.Yu., Kosheleva N.E. GIS mapping of the soil cover of an urbanized territory: drainage basin of the Setun river in the West of Moscow (Russian Federation)/ Geography, environment, sustainability. -2024. -Vol.17(2). -P.131-138. DOI 10.24057/2071-9388-2024-3136.

3. Mezhdunarodnyj standart ISO 14001:2004 «Sistemy jekologicheskogo menedzhmenta. trebovanija i rukovodstvo po primeneniju». URL: https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-2:v1:ru. -Data obrashhenija 02.06.2025. [in Russian]

4. Standart RK 14001-2016 «Sistemy jekologicheskogo menedzhmenta». URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33001583&show_di=. -Data obrashhenija 02.06.2025. [in Russian]

5. ST RK ISO 14040-2010. Jekologicheskij menedzhment. Ocenka zhiznennogo cikla. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399607. -Data obrashhenija 02.06.2025. [in Russian]

6. ISO 14620-2:2019 «Space systems – Safety requirements. – Part 2: Launch site operation». URL: https:// www.iso.org/standard/74116.html. -Data obrashhenija 02.06.2025. [in Russian]

7. Kuragin A.V., Kolesenkov A.N., Kostrov B.V. Razrabotka i analiz metodov proektirovanija geoinformacionnyh sistem // Izvestija Tul’ skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki. - 2021. -S.283-287. DOI 10.24412/2071-6168-2021-9-283-287. [in Russian]

8. Kölle M., Walter V., Sörgel U. Building a Fully-Automatized Active Learning Framework for the Semantic Segmentation of Geospatial 3D Point Clouds // Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science. -2024. -Vol.92. -P.131-161. DOI 10.1007/s41064-024-00281-3.

9. Beshencev A.N. Nauchnye osnovy informacionnoj koncepcii kartograficheskogo metoda issledovanija//Vestnik SGUGiT. -2018. -T.23 (1). -S.85-108. [in Russian]

10. Linkina A.V., Lihachev S.A. Primenenie korreljacionnogo i regressionnogo analiza v

geoinformacionnyh sistemah//Voronezhskij institut vysokih tehnologij. -2022. - № 16(2). - C.80-82. [in Russian]

11. Lisickij D.V. Novyj analogo-cifrovoj metod formirovanija i ispol’ zovanija kartograficheskogo otobrazhenija geoprostranstva s primeneniem mul’ timedijnyh sredstv//InterKarto. InterGIS. -2020. -T.26 (1). -S.361-374. DOI 10.35595/2414-9179-2020-1-26-361-374. [in Russian]

Сведения об авторах

Калижанова А.У. - кандидат физико-математических наук, профессор, Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru;

Утегенова А.У. - PhD, доцент, Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, e-mail: an.utegenova@aues.kz;

Бекешев Е.А. - Филиал республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Инфракос» в городе Алматы, Алматы, Казахстан, e-mail: chemist_e@mail.ru;

Ворогушина М.А. - НАО «Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева», Алматы, Казахстан, e-mail: m.vorogushina@aues.kz;

Рахимжанова З.М. - НАО «Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева», Алматы, Казахстан, e-mail: z.rakhimzhanova@aues.kz.

Information about the authors

Kalizhanova A.U. - Candidate of Physico-mathematical Sciences, Professor, Institute of Information and Computing Technologies of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru;

Utegenova A.U. - PhD, docent, Institute of Information and Computing Technologies of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, e-mail: an.utegenova@aues.kz;

Bekeshev Y.A. - Branch office of the Republican State Enterprise on the right of economic management «Infracos» in Almaty, Almaty, Kazakhstan, e-mail: chemist_e@mail.ru;

Vorogushina M.A. - NPJSC ”Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev”, Almaty, Kazakhstan, e-mail: m.vorogushina@aues.kz;

Rakhimzhanova Z.M. - NPJSC ”Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev”, Almaty, Kazakhstan, e-mail: z.rakhimzhanova@aues.kz.