

Для устранения и минимизации влияния перечисленных нюансов необходимы постоянные исследования и разработки электронных систем мониторинга, а также политика и правила, поощряющие внедрение и стандартизацию этих систем. Следовательно, будущие разработки в области электронных систем мониторинга окружающей среды, необходимо сосредоточить на повышении точности датчиков, разработке более эффективных протоколов и платформ связи и решении проблем безопасности и конфиденциальности данных. Кроме того, важным направлением развития электронных систем мониторинга окружающей среды является обеспечение безопасности данных, например, за счет внедрения надежного шифрования данных и контроля доступа, анонимизацию или обезличивание данных, где это возможно, а также разработку четких политик и процедур для обработки, хранения и обмена данными.

Кроме того, прозрачность и подотчетность необходимы для укрепления доверия и обеспечения ответственного использования данных. Организации экологического мониторинга должны быть прозрачными в отношении данных, которые они собирают, того, как они используются и кто имеет к ним доступ. Они также должны нести ответственность за защиту конфиденциальности данных и реагирование на утечки данных или другие инциденты безопасности. Таким образом, уделяя приоритетное внимание конфиденциальности и безопасности данных и применяя прозрачные и подотчетные методы, организации по мониторингу окружающей среды могут помочь гарантировать, что их системы ответственно и устойчиво способствуют улучшению состояния окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Колковский, Ю. В. Новые технологии дистанционного зондирования Земли из космоса / Ю. В. Колковский, А. В. Криштопов, А. И. Кудря, В. В. Груздов // Мир о науке и земле – 2018. – С. 134–136.
2. Бабкин, А.А. Инженерно-технические средства охраны и надзора: назначение и классификация. Свойства, способы переработки, области применения / А. А. Бабкин, 2020. – 185 с.
3. Козинцев, В. И. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды/ В. И. Козинцев, В. М. Орлов, М. Л. Белов // Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана – 2002. – 527 с.
4. Терентьев, А. М. Сетевой мониторинг. Том 2. Развитие и применения/ А. М. Терентьев., 2022. – 38 с.

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION

**О. А. Прихач<sup>1,2</sup>, П. К. Шалькевич<sup>1,2</sup>**  
**O. A. Prikhach<sup>1,2</sup>, P. K. Shalkevich<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь  
shalkevich@iseu.by

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск., Республика Беларусь

<sup>1</sup>International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU  
Minsk, the Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State University, BSU, Minsk, the Republic of Belarus

Рассмотрены задачи в области природоохранной деятельности, решаемые при помощи географических информационных систем (ГИС). Также рассмотрены подходы к классификации ГИС, которые используются в природоохранной деятельности и дана краткая характеристика программному обеспечению, применяемому в качестве ГИС для обеспечения природоохранной деятельности.

The tasks in the field of environmental protection which could be solved with the help of geographic information systems (GIS) are considered. Approaches to the classification of GIS used for environmental protection are also considered. And a brief description of the software used as a GIS for environmental protection is given.

*Ключевые слова:* географические информационные системы, природоохранная деятельность.

*Keywords:* geographic information systems, environmental protection.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-327-330>

Географические информационные системы (ГИС) – это аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий ввод, манипулирование, анализ и вывод пространственно-координированных данных о территории, социальных

и природных явлениях при решении задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой, и территориальной организацией общества [2].

Назначение ГИС состоит в том, чтобы представлять пользователю достоверную и адекватно обработанную информацию для решения управленческих и аналитических задач в наглядной форме, удобной для оперативного анализа.

ГИС позволяет визуализировать экологически значимые данные, имеющие географическую привязку, реализовать процедуры выделения и периодического корректирования ареалов экологических проблем, которые характеризуются рядом зафиксированных параметров. ГИС является основой сохранения и защиты окружающей среды, которая не только позволяет обеспечивать наиболее выгодные расположения объектов, но и предотвращать нарушение экосистемы.

Кроме того, ГИС дает возможность осуществлять типизацию проблемных ареалов в соответствии с задаваемыми критериями, что позволяет в реальном времени получать информацию, для оценки правильности выбранных приоритетов природоохранной деятельности по конкретным территориям и эффективности проведенных природоохранных мероприятий (с привлечением экономических данных обоснования инвестиций) и скорректировать программы контрольных и других природоохранных мероприятий.

Технологии ГИС нашли широкое применение в природоохранной деятельности:

- данные аэрокосмического дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) используются для создания и обновления топографических и навигационных карт.
- разработка и внедрение программно-информационных комплексов используются для обработки аэро-космо-фотоизображений земной поверхности для получения топографических специальных карт и планов в цифровой и графической форме.
- разработка и внедрение интеллектуальных экспертных систем поддержки принятия решений используются для мониторинга состояния химически опасных объектов, автоматического обнаружения аварийных выбросов, прогнозирования зон возможного заражения и поддержки принятия решений по защите населения от воздействия ядовитых веществ подразделениями Министерства по чрезвычайным ситуациям [3].

Кроме того, с помощью ГИС также решают следующие задачи природоохранной деятельности:

- выявление повреждений лесных массивов;
- обнаружение тепловых аномалий;
- мониторинг паводков и наводнений;
- прогноз урожайности зерновых культур;
- оценка влагозапасов в снеге и др. [2].

**Подходы к классификации ГИС в природоохранной деятельности.** Следует отметить, что ГИС-технологии занимают центральное место в классификации программных продуктов, используемых экологами в целях природоохранной деятельности. Приведем упомянутую классификацию:

- программное обеспечение частотно-территориального планирования и расчета условий электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств;
- программное обеспечение автоматизированного рабочего места эколога;
- геоинформационные системы объектов газораспределительной системы;
- программные средства формирования, ведения и представления фактографической базы данных по развитию приграничного научно-технического сотрудничества [2].

Для крупных территориальных образований система экомониторинга на основе геоинформационных систем имеет сложную многоступенчатую структуру. Обычно ее можно разделить на два основных уровня.

Нижний уровень системы включает:

- федеральные, городские и ведомственные подсистемы специализированных мониторингов (мониторинг атмосферы, поверхностных вод, здоровья населения и т. п.);
- территориальные центры сбора и обработки данных.

Эти подсистемы обеспечивают сбор информации о состоянии окружающей среды и первичный анализ информации.

Верхний уровень системы экомониторинга составляет информационно-аналитический центр. В его задачи входят:

- оперативная оценка экологической ситуации в регионе;
- расчет интегральных оценок экологической ситуации;
- прогноз развития экологической ситуации;
- подготовка проектов управляющих воздействий и оценка последствий принимаемых решений.

Интеграция данных в единую систему происходит двумя путями:

- на основе конвертирования форматов данных в единый для всей системы формат;
- на основе выбора единого программного обеспечения ГИС.

Используемый программный комплекс, кроме стандартных для ГИС, должен выполнять следующие функции:

- формирование и ведение баз экологической информации по территориям, предприятиям, средам (воздух, вода, почва);
- ведение базы данных нормативно-законодательных документов в области экологии;

– ведение базы данных нормативов содержания загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве и продуктах питания;

– ведение базы данных приборов экологического контроля [1].

**Программное обеспечение ГИС, используемое в природоохранной деятельности.** Основные ГИС, используемые в природоохранной деятельности: ArcGIS, MapAround, MapWindow GIS, gvSIG.

MapAround – это инструмент разработки картографических сервисов на платформе .NET. MapAround обладает набором возможностей для построения тематических карт (управление слоями, отображение, пространственный анализ и топология и т.д.) в том числе отвечающим нуждам радиоэкологии. Основным недостатком MapAround является то, что он работает только на операционных системах семейства Windows.

MapWindow GIS – это бесплатная, основанная на C++ географическая информационная система с открытым кодом. Библиотеки MapWinGis могут быть добавлены в Windows Form на Visual Basic, C#, Delphi или в другие языки, поддерживающие ActiveX. Однако, к недостаткам этого программного обеспечения можно отнести сравнительно низкую скорость работы, особенно, если используется карта имеет большие размеры (загрузка, обработка, перемещение происходит весьма медленно).

ArcGIS – комплекс геоинформационных программных продуктов американской компании ESRI. Графический пользовательский интерфейс ГИС ArcGIS показан на рисунке 1. ГИС семейства ArcGIS применяются для земельных кадастров, в задачах землеустройства, учёта объектов недвижимости, систем инженерных коммуникаций, геодезии, природопользования и других областях. Дополнительный модуль ArcGIS 3D Analyst предоставляет доступ к двум средам трехмерной (3D) визуализации: ArcGlobe и ArcScene. Можно управлять анализом, выполняемым инструментами Spatial Analyst с помощью среды геообработки. Правда, к недостаткам можно отнести использование проекций в ArcScene. В ArcScene используют, как правило, плоскую проекцию, они лучше всего подходят для работы с небольшими наборами пространственных данных, необходимыми для изучения определенного района. Метод привязки карт с помощью Image Warp в ArcGIS является одним из самых простых и быстрых методов пространственной привязки растровых данных. Модуль ArcGIS Spatial Analyst содержит богатый набор инструментов и функций для комплексного пространственного анализа растровых данных. С помощью этого дополнительного модуля можно использовать широкий диапазон форматов данных для комбинации наборов данных, интерпретации новых данных, а также для выполнения сложных операций над растрами. К примерам анализа, который можно выполнить с помощью Spatial Analyst, относятся анализ поверхности, моделирование поверхности, интерполяция поверхности, модель пригодности, гидрологический анализ, статистический анализ и классификация изображений. Однако в системе Spatial Analyst определённые настройки среды имеют неполную поддержку. В зависимости от формата ввода/вывода значения параметров инструмента и, в частности, их поведения.

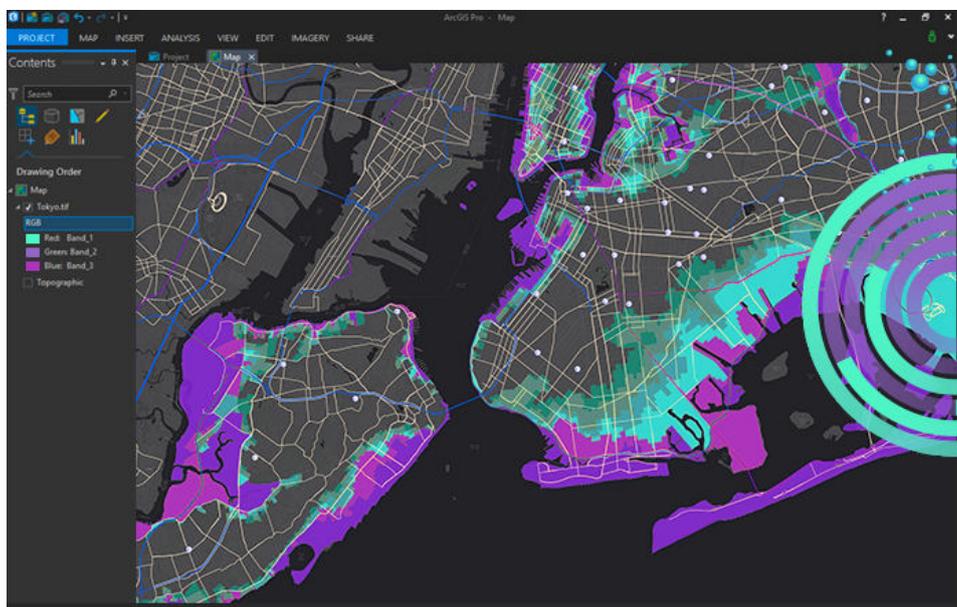


Рисунок 1 – графический пользовательский интерфейс ГИС ArcGIS

ГИС gvSIG – это программный продукт с исходным кодом, распространяющийся под лицензией GPL, что в конечном счете позволяет вносить в него свои изменения и добавлять новые функции. ГИС gvSIG наследует принципы организации интерфейса Arcview GIS, поэтому его освоение не составит труда пользователям этой программы. К недостаткам ГИС gvSIG можно отнести следующее:

- отсутствие поддержки некоторых популярных систем координат (EPSG:3857 и др.);
- программа использует свой собственный браузер, который недостаточно качественно отображает интернет-страницы;

- инструмент Zoom Manager не практичен в плане редактирования записей и их систематизации; необходимость устанавливать готовые проекты в определенную папку на диске. Это связано с тем, что программа до сих пор использует только «полные пути», что немного странно, учитывая возможность работы в Linux.

Экологические ГИС были созданы практически полностью из-за необходимости решения двух проблем: комплексной системы экологического мониторинга и комплексного регионального кадастра природных ресурсов. Необходимо также отметить, что мониторинг окружающей среды выступает в качестве одного из основных инструментов оценки эффективности программ, планов и проектов в области охраны окружающей среды и природопользования. Поэтому, согласно статье 7 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», обеспечение непрерывного функционирования Национальная система мониторинга окружающей среды является одним из приоритетных направлений природоохранной политики государства [5].

Конечно, упрощенно можно сказать, что ГИС предназначены для сбора, хранения, анализа, просмотра графической визуализации пространственных объектов. Однако, из вышеуказанного следует, что функциональность программного обеспечения ГИС более сложна, и требует более подробного рассмотрения. Особо это важно в контексте применения ГИС для решения задач природоохранной деятельности, представляющих особый интерес на государственном и мировом уровнях.

Учитывая, что ГИС в природоохранной деятельности предоставляет возможность анализа и обобщения материалов по случаям возникновения сильных деформаций наземных сооружений, разрыва коммуникаций, прорывов промышленных трубопроводных систем, заболачивания и затопления опущенных участков земной поверхности, а также региональных появлений оползневых процессов, можно утверждать, что программное обеспечение ГИС является центральным инструментом в области обеспечения природоохранной деятельности. А учитывая, что благодаря внедрению ГИС в природоохранную деятельность уменьшаются временные затраты на поиск, анализ и оптимизацию решения проблем глобального уровня, то особую важность обретают вопросы не только изучения существующих ГИС, но и рассмотрение вопросов о создании и развитии новых ГИС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Грачев, А. В.* Информационные технологии в экологии и природопользовании: учебное пособие / А. В. Грачев, В. Ю. Орлов. – Ярославль : ЯрГУ, 2013. – 130 с.
2. *Лаптёнок, С. А.* Пространственное моделирование экологических процессов средствами географических информационных систем : учеб.-метод. пособие / С. А. Лаптёнок. – Минск : МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2020. – 112 с.
3. Геоинформационные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gis.by/ru/> . – Дата доступа: 18.03.2023.
4. *Кутонова, Т. В.* Результаты реализации проекта «Анализ экологического риска в зоне отчуждения на белорусско-украинской границе» / Т. В. Кутонова, С. И. Киреев // Ядерная и радиационная безопасность. – 2016. – № 1. – С. 69–70.
5. Национальная система мониторинга окружающей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/content/150.html>. – Дата доступа : 28.02.2023.