

Золошлакоотвалы являются потенциальным источником загрязнения подземных и поверхностных вод, а также атмосферного воздуха вследствие пылеобразования [3].

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения более детальных эколого-гидрогеологических исследований и организации системы постоянного мониторинга состояния подземных и поверхностных вод в районе размещения золошлакоотвалов. Создание такой системы позволит своевременно выявлять изменения гидрогеологической обстановки и принимать меры по снижению негативного техногенного воздействия на природные ресурсы.

1 Кирюхин, В.А. Региональная гидрогеология / В.А. Кирюхин, Н.И. Толстихин. – М.: Недра, 1987.

2 Климентов, П.П. Методика гидрогеологических исследований / П.П. Климентов. – М.: Высшая школа, 1978.

3 Панков, П.П. Изучение состава и свойств золошлаковых отходов ТЭС Забайкальского края для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду / П.П. Панков, Н.А. Коновалова, Д.В. Бесполитов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности, 2020. – Т. 28, № 2. – С. 131–141.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SAGA GIS ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ О ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ

Шукайло К.Д.,

студентка 2 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь
Научный руководитель – Галкин А.Н., доктор геол.-минерал. наук, профессор

В современной урбоэкологии почвы рассматриваются как критически важный компонент среды, выполняющий функции барьера для антропогенных загрязнителей. Наибольшую опасность представляют тяжелые металлы (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Cr), которые из-за своей токсичности и способности к биоаккумуляции создают долгосрочные риски для экосистем и здоровья населения [2].

В условиях интенсивного промышленного и транспортного воздействия почвенный покров превращается в постоянный источник вторичного загрязнения. Поскольку традиционный анализ единичных проб не дает полной картины состояния территории, необходимы комплексные методы диагностики, учитывающие суммарный эффект от воздействия металлов.

В связи с характером параметров загрязнения почв наиболее адекватным вариантом их картографического представления для геоинформационного анализа является растр.

Цель данной работы – рассмотреть возможности программного комплекса QGIS-SAGA GIS в данном контексте.

Материал и методы. Проведенное исследование основано на анализе данных Национальной системы мониторинга окружающей среды. Исследуемые параметры включали тяжёлые металлы 1-го, 2-го, 3-го и 4-го класса опасности: свинец (Pb), цинк (Zn), ртуть (Hg), кадмий (Cd), медь (Cu), никель (Ni), хром (Cr), а также мышьяк (As) [1; 2].

Методологической основой работы выступил геоинформационный подход, реализованный с использованием SAGA GIS и QGIS. Первичная обработка и верификация данных выполнялись с применением Microsoft Excel.

Для перехода от дискретных измерений к непрерывным поверхностям распределения тяжёлых металлов применялись два метода интерполяции, реализованные в модулях SAGA GIS: многоуровневая B-сплайн аппроксимация (Multilevel B-Spline) и обычный кригинг (Ordinary Kriging). Выбор данных методов обусловлен их различными математическими основами: B-сплайн относится к детерминированным методам, кригинг – к геостатистическим, учитывающим пространственную автокорреляцию данных.

Нормализация данных выполнялась через расчёт коэффициентов загрязнения относительно ПДК и региональных фоновых значений. При этом использовались утверждённые гигиенические нормативы и данные о фоновых концентрациях для почв.

Для оценки комплексного загрязнения применялись весовые коэффициенты, соответствующие классам опасности химических элементов: элементы 1 класса (Hg, Cd, Pb) учитывались с коэффициентом 4, 2 класса (As, Cu) – с коэффициентом 3, 3 класса (Zn) – с коэффициентом 2, 4 класса (Ni, Cr) – с коэффициентом [1].

Интегральная оценка загрязнения выполнялась путём совмещения нормализованных показателей в едином комплексном индексе. Для этого в растровом калькуляторе QGIS рассчитывались два обобщающих показателя.

Результаты и их обсуждение. Для каждого из восьми исследуемых металлов в SAGA GIS выполнено построение поверхностей распределения двумя методами интерполяции.

На рисунке 1 представлены результаты для цинка (Zn) как одного из приоритетных загрязнителей.

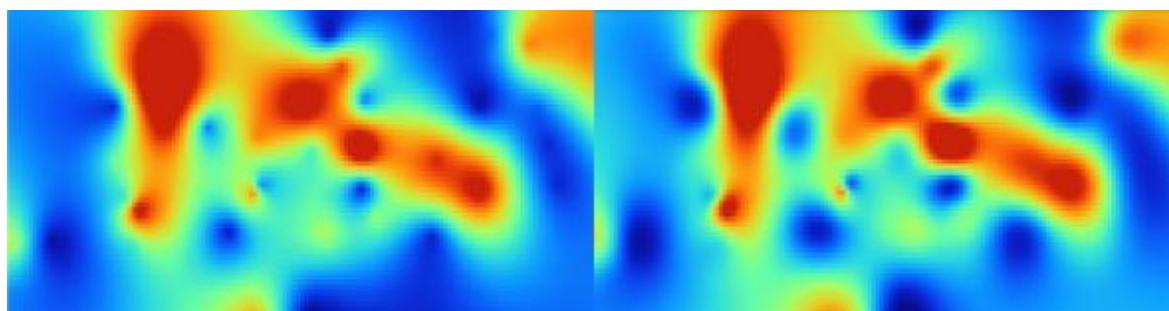


Рисунок 1 – Интерполяция методами Ordinary Kriging (слева) и Multilevel B-Spline (справа)

В таблице представлен пример расчёта коэффициентов загрязнения для оценки комплексного воздействия тяжёлых металлов:

Таблица – Коэффициенты загрязнения почв тяжёлыми металлами

Загрязнитель	As	Hg	Cd	Zn	Pb	Cu
значение показателя (X)	0,10	0,09	0,88	48,30	17,90	10,80
ПДК	2,00	2,10	0,50	23,00	6,00	3,00
Фон	0,80	0,01	0,09	18,47	8,10	4,33
К опасности (от 1 до 4, обратный классу опасности)	3,00	4,00	4,00	2,00	4,00	3,00
X в долях ПДК с учетом коэффициента. (=X/ПДК*К)	0,15	0,17	7,04	4,20	11,93	10,80
X в долях фона с учетом коэффициента. (=X/фон*К)	0,38	36,00	40,46	5,23	8,84	7,48

На основе растров, полученных в SAGA GIS, в QGIS с помощью растрового калькулятора были рассчитаны интегральные индексы загрязнения:

$$Z(\text{ПДК}) = (K_{\text{Pb}} + K_{\text{Zn}} + K_{\text{Hg}} + K_{\text{Cd}} + K_{\text{Cu}} + K_{\text{Ni}} + K_{\text{Cr}} + K_{\text{As}}) / 2$$

$$Z(\text{фон}) = (Kf_{\text{Pb}} + Kf_{\text{Zn}} + Kf_{\text{Hg}} + Kf_{\text{Cd}} + Kf_{\text{Cu}} + Kf_{\text{Ni}} + Kf_{\text{Cr}} + Kf_{\text{As}}) / 2$$

где K – коэффициенты превышения ПДК, Kf – коэффициенты превышения фона для соответствующих элементов с учетом весовых коэффициентов.

Деление на 2 применялось для приведения значений к оптимальному диапазону визуализации [1].

Построенные интегральные карты представлены на рисунке 2 [1].



Рисунок 2 – Интегральные карты по ПДК (Ordinary Kriging – слева и Multilevel B-Spline – справа)

Заключение. Таким образом, SAGA GIS является эффективным инструментом пространственного моделирования, который незаменим для построения и анализа растровых поверхностей. Использование алгоритмов Ordinary Kriging и Multilevel B-Spline позволяет преобразовывать точечные замеры в точные цифровые модели распределения загрязнителей. Это дает возможность наглядно визуализировать техногенную нагрузку и выявлять локальные экологические аномалии.

1 Шукайло, К. Д. Оценка суммарного эффекта загрязнения почв города Витебска тяжелыми металлами / К. Д. Шукайло, А. Б. Торбенко // ГИС-технологии в науках о Земле-2025 : материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2025 г. – Минск : Изд. центр БГУ, 2025. – [В печати].

2 Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл. 2024 г. / под общ. ред. И. П. Лапца ; Ин-т природопользования НАН Беларуси. – Минск : Белстан, 2024. – 102 с.

ИЗУЧЕНИЕ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ОБ УТИЛИЗАЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Юревич Д.В., Биньков Н.В.,

студенты 2 курса ВГМУ, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Кунцевич З.С., доктор пед. наук

Ежегодный прирост объемов фармацевтических отходов является устойчивой тенденцией. Среди них выделяют отходы фармацевтической продукции и ее производства, медицинские отходы охраны здоровья людей, отходы от фармацевтических услуг, отходы от проведения научно-исследовательских работ в области охраны здоровья. Низкая информированность граждан о порядке сбора, хранения и утилизации фармацевтических отходов обуславливает актуальность данной работы. Целью работы является изучение осведомленности студентов медицинского университета об утилизации фармацевтических отходов в Беларуси.

Материал и методы. Нормативно-правовая база Республики Беларусь, журналы учета отходов аптечных организаций. В исследовании использовался аналитический метод. Анализ и обобщение данных о существующей практике обращения с отходами. Проводилось анкетирование студентов фармацевтического факультета (117 студентов).

Результаты и их обсуждение. Фармацевтические отходы – отходы, образовавшиеся в результате уничтожения лекарственных средств, наркотических средств и психотропных веществ, следствием которого стала утрата свойств лекарственной формы лекарственного препарата, исключающая возможность их восстановления, а также нарушение целостности и (или) маркировки первичной упаковки, дополнительных требований к упаковке и (или) маркировке упаковки [1].

Предварительно нами было проведено исследование, чтобы выяснить осведомленность студентов фармацевтического факультета о практике обращения с фармацевтическими отходами: 86,3 % из 117 опрошенных респондентов знают, что относится к фармацевтическим отходам, 87,6 % из опрошенных предпочитают выбрасывать фармацевтиче-