

УДК 550.3:622.276.4(476)

**ВОЗМОЖНОСТИ ОТКРЫТОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ QGIS НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА
РАБОТ ПО МОНИТОРИНГУ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ
ПРИ ГИДРОРАЗРЫВЕ ПЛАСТА**

Т. А. Климов, А. П. Марковский

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение
«Белоруснефть», г. Гомель*

Отмечено, что в рамках выполнения работ по мониторингу микросейсмических событий при гидроразрыве пласта одним из важных начальных этапов является проектирование систем наблюдения и сопровождение проекта полевых работ, который включает в себя необходимость расстановки большого количества сейсмических датчиков (1000–1200 приборов). Указано, что ключевым в процессе проектирования становится привлечение информации о поверхностных условиях и техногенной нагрузке (актуальность карт-подложек различного типа). Рассмотрены возможности использования геоинформационной системы QGIS в проектировании систем регистрации для мониторинга микросейсмических событий при гидроразрыве пласта.

Ключевые слова: мониторинг микросейсмических событий, гидроразрыв пласта, геоинформационная система, QGIS.

**OPEN GEOINFORMATION SYSTEM QGIS CAPABILITY
ON THE EXAMPLE OF DESIGNING AND ANALYSIS
OF WORKS ON MICROSEISMIC MONITORING DURING
HYDRAULIC FRACTURING**

T. A. Klimov, A. P. Markovsky

BelNIPIneft RUF “Production Association “Belorusneft”, Gomel

As part of the work on microseismic monitoring during hydraulic fracturing, one of the important initial stages is the design of systems for monitoring and supporting the field work project, which includes the need to deploy a large number of seismic sensors (1000–1200 devices). The key to the design process is the involvement of information on surface conditions and manmade loads (the relevance of various types of base maps). The presented work considers the possibilities of using the QGIS geoinformation system in the design of recording system for microseismic monitoring during hydraulic fracturing.

Keywords: microseismic monitoring, hydraulic fracturing, geoinformation system, QGIS.

В настоящее время основой геоинформационной системы (далее – ГИС) в геологическом направлении предприятия является MapInfo Pro 15 (актуальная версия MapInfo Pro 21). Использование данной ГИС в проектировании системы регистрации мониторинга микросейсмических событий (МСМ) занимало более двух рабочих дней и не позволяло загружать карты-подложки.

Решение задачи выбора мест установки приборов регистрации (сейсмоприемников) возможно было с использованием актуальной информации о местности проведения работ МСМ. Для этого необходим доступный программный продукт, который позволил бы решить эту задачу и упростить процесс проектирования.

В настоящее время существует большое количество геоинформационных систем для проектирования: MapInfo, SAGA GIS, QGIS, Global Mapper, ArcGIS, Surfer, Cardcorp, FME, Carto и т. д. Одним из перспективных программных продуктов мож-

но считать QGIS. В последнее время QGIS, так же как и ArcGIS и MapInfo, является одной из наиболее популярных геоинформационных систем (рис. 1). Преимущество QGIS в сравнении с двумя другими состоит в том, что программный продукт – свободный (открытый), имеет архитектуру на основе актуальных технологии, развитую систему доступа к данным.

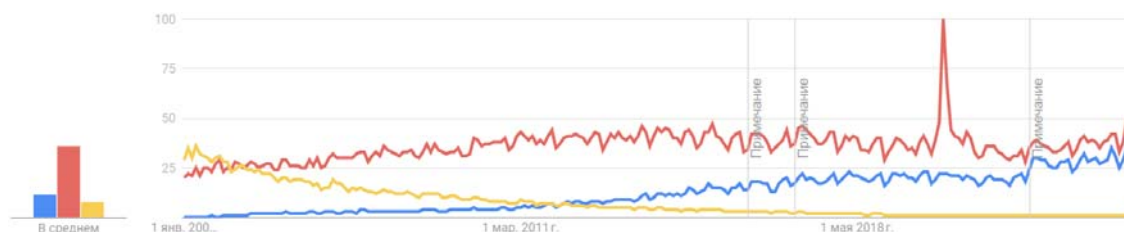


Рис. 1. Статистика запросов по данным Google

Использование ГИС QGIS предоставляет доступ к актуальным картам-подложкам для проектирования систем наблюдения МСМ, а также имеет функционал, расширяющий возможности анализа и визуализации результатов МСМ.

Карты-подложки добавлять можно из карт-сервисов: ESRI, Google maps, OpenStreetMap (OSM), Yandex Satellite, USGS и др. Для добавления подложки на рабочем компьютере должна присутствовать сеть Интернет.

Применение QGIS в проектировании системы регистрации для МСМ сократило время проектирования до нескольких часов.

Программный продукт QGIS функционирует на рынке с 2002 г., и являясь свободным и кроссплатформенным, позволяет постоянно улучшать функционал для применения в различных направлениях деятельности и остается привлекательным в широком сообществе пользователей, в том числе имеется возможность в получении квалифицированной помощи.

Состоит QGIS из настольной и серверной части. QGIS Desktop – настольная ГИС для создания, редактирования, визуализации, анализа и публикации геопространственной информации. Называя QGIS, часто имеют в виду именно QGIS Desktop.

Системы QGIS Server и QGIS Web Client – серверные приложения для публикации в сети проектов, созданных в QGIS Desktop, через сервисы, совместимые с OGC-стандартами (например, WMS и WFS) [1].

Пакет QGIS позволяет использовать большое количество распространенных ГИС-функций, обеспечиваемых встроенными инструментами и модулями. Применение пакета QGIS предоставляет следующие преимущества:

- наличие единой базы плагинов, которые легко устанавливаются и способны значительно ускорять решение задач проектирования;
- широкий спектр загрузки форматов данных;
- перепроецирование систем координат;
- обработка и анализ растровых данных;
- экспресс-доступ к космоснимкам и моментальное добавление подложки для проектирования;
- интеграция с другими системами и расширяемость;
- 3D-визуализация результатов;

- использование языка программирования Python;
- работа с базами данных и Web-ГИС;
- возможность создания динамического макета, который можно распечатать или вывести в любом формате для чтения на другом компьютере.

Использование базы плагинов позволяет расширять возможности программного продукта и способствует проведению анализа полученных результатов.

Примером анализа может служить исследование пространственно-временного характера развития микросейсмической эмиссии во времени. Выполняется создание анимации тепловой карты во времени, где в качестве параметра значений используется соотношение сигнал/шум микросейсмических событий. Этот анализ позволяет судить, каким образом происходило развитие области стимулирования при гидроразрыве пласта (ГРП) и помогает анализировать микросейсмические события в зависимости от задаваемых граничных условий. В качестве параметров используются координаты микросейсмических событий, соотношение «сигнал/шум», удаления от зоны инициации, время возникновения и т. д. В результате получаем выборки значений.

Широкие возможности загрузки форматов данных обеспечивают использование информации различных форматов данных, таких как TXT, CSV, Shapefile, GeoJSON, KML, DXF, PostGIS, Tab и др. [2], дают возможность загружать информацию из других программных продуктов, а также подключать базы данных, при этом сокращая время загрузки данных и проектирования системы регистрации. Основная причина, из-за которой актуально использование подложек, – это выбор мест, наиболее удаленных от источников техногенного шума. К таким источникам можно отнести станки-качалки, трубопроводы, технологические сооружения, автотрассы и др.

При мониторинге микросейсмических событий снижение шумовой составляющей в общем сигнале играет важную роль. Это связано с тем, что величина полезного сигнала меньше фонового шума. При наличии 3D-сеймики в районе проведения работ по МСМ используют тепловые карты шумов, которые возможно строить в QGIS (рис. 2). Определяется среднее значение шумов за период в несколько месяцев, и можно разделять карты на дневные и ночные. Однако предпочтительнее проводить работы по МСМ в ночное время, потому что в данный период суток шумовой фон снижен, а приборы необходимо устанавливать в наиболее тихих зонах.



Рис. 2. Проектирование системы наблюдения с использованием тепловых карт

В настоящее время в современных ГИС получило распространение использование языка программирования Python. Данная возможность также реализована в QGIS, где команды прописываются в терминале QGIS, что позволяет автоматизировать процесс проектирования, с помощью написанных скриптов создавать стандартные объекты геометрии, например, устья, инклинометрия, контуры системы расстановки, стили оформления и др.

Систему QGIS можно использовать для решения широкого круга оперативных задач в проектировании и обмене наборов данных между структурными подразделениями в процессе производственной деятельности, для проектирования и контроля работ по МСМ, при проведении сейсморазведочных работ, выделении эксклюзивных зон, где невозможно провести сейсморазведочные работы, при необходимости смещения проектных пунктов приема и возбуждения, проектировании площадок ВСП–НВСП.

Л и т е р а т у р а

1. QGIS – геоинформационная система. – URL: <https://redos.red-soft.ru/base/arm/arm-other/qgis/> (дата обращения: 10.04.2024).
2. Supported Data Formats. – URL: https://docs.qgis.org/2.18/en/docs/user_manual/working_with_vector/supported_data.html (дата обращения: 10.04.2024).

УДК 622.276.63

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КАПИЛЛЯРНЫХ И ПЛЕНОЧНЫХ НЕФТЕЙ ИЗ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ)

Ш. М. Алхатиб, Н. А. Демяненко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Показано, что большая часть мировых запасов нефти (более 70 %) находится в месторождениях, истощенных после вторичной стадии эксплуатации с использованием закачки воды для вытеснения нефти. Отмечено, что известные методы, широко применяемые для повышения нефтеотдачи пластов, не позволяют достичь желаемых результатов по извлечению максимально возможного количества нефти из разрабатываемых залежей. Поэтому для повышения эффективности выработки запасов нефти необходимы новые методы и технологии. Рассмотрены результаты исследований, направленных на воздействие на запасы капиллярно-защемленных нефтей и нефтяных пленок на стенках каналов фильтрации, оставшихся в пластах после заводнения, закачкой композиций поверхностно-активных веществ.

Ключевые слова: третичные методы добычи нефти, поверхностно-активные вещества, композиции ПАВ, увеличение добычи нефти.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR EXTRACTING TRAPPED AND FILMY CAPILLARY OILS FROM RESERVOIRS IS IN THE FINAL STAGE OF DEVELOPMENT (USING SURFACTANTS)

Sh. M. Alkhateeb, N. A. Demyanenko

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Most of the world's oil reserves (more than 70 %) are located in fields depleted after the secondary stage of extraction by water injection. Known extraction methods, widely used