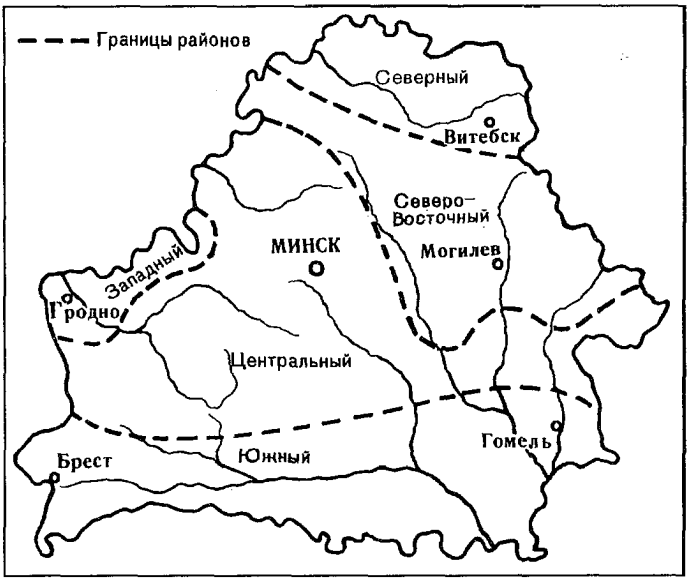
На основании анализа отдельных климатических факторов и их совместного комплексного взаимодействия выделено пять районов с различной степенью воздействия на безопасность работы авиации в условиях Беларуси (рисунок): 1) северный; 2) западный; 3) северо-восточный; 4) центральный; 5) южный.



Распределение климатических факторов, характеризующих каждый район с точки зрения безопасности работы авиации, показано в табл.3. Менее благоприятными являются центральный и северо-восточный районы, что объясняется наличием возвышенностей, относительно высокой залесенностью и водностью, которые способствуют возникновению туманов, развитию грозовой деятельности и выпадению града. Остальные районы более благоприятны для безопасной работы авиации.

1. Баранов А.М., Солонин С.В. Авиационная метеорология. М., 1981. С.12.
2. Кравченко И.В. Летчику о метеорологии. М., 1958. С.48.
3. Методические рекомендации метеоподразделениям авиации ВС СССР. М., 1984. С.4.
4. Наровлянский Г.Я. Авиационная климатология. Л., 1968. С.97.

Поступила в редакцию 19.02.96.

УДК 574;504:001.8

Л.А. ДЕМИДОВИЧ, Э.И. СВИДЕРСКИЙ, С.М. ОБРОВЕЦ, Е.Б. АНТИПИН

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

The map of lithosphere disturbance of the Pripyat depression is made up by means of drilling of deep holes during search prospecting and oil production.

Развитие научно-технического прогресса и стремление удовлетворить жизненно необходимые потребности людей требуют от топливно-энергетического комплекса ускорения поиска, разведки и увеличения добычи топливно-энергетических ресурсов, что приводит ко все более интенсивному воздействию на геологическую среду.

Все возрастающие темпы нефтедобычи, увеличение глубины скважин до 5–10 км, усовершенствование методов увеличения нефтеотдачи пластов привели к тому, что масштаб и интенсивность антропогенных воздействий на геологическую среду стали соизмеримы с природными факторами и приобрели во многих случаях региональный характер. Добыча полезных ископаемых открывает доступ к ним биосферного вещества (воды, газов, твердых тел и живых организмов), что способствует интенсивному развитию процессов физического, химического, биологического выветривания. Одновременно в биосферу поступают несвойственные ей в естественном состоянии вещества. Это прежде всего касается таких элементов, как ртуть, которая благодаря высокой упругости

пара может испаряться с поверхности вскрытых пород. Таким образом, под влиянием техногенной деятельности человека идет неуклонное изменение не только биосферы, но и генетически связанных с ней слоев литосферы, которые Ф.И.Шипунов назвал подстилающей корой [1].

Средняя мощность биосферы в океанической области составляет от 13 до 22 км и 12–21 – в континентальной. При этом нижняя граница биосферы расположена примерно в 10–11 км в глубь земли, а верхняя – на высоте до 20 км. Еще 30 лет тому назад самая глубокая шахта достигала 2,5 км, сегодня глубина горных выработок достигает 4 км. Совсем недавно морское дно было недосягаемо для добычи сырья, сейчас в океане с глубины 5 км уже добыто свыше 1 тыс.т марганцевых конкреций.

Вскрытие месторождений углубило границу прохождения биогеохимических процессов, локально охватывающих значительные толщи подстилающей коры. Такова же роль сотен тысяч пробуренных скважин, многие из которых выходят за естественные пределы биосферы на глубину до 5 км и более. Негативные процессы усиливаются с расширением масштабов захоронения радиоактивных отходов в соляных куполах, в гранитах, на суше и в море.

В целом горные объекты представляют собой зоны локальных, но наиболее значительных преобразований биосферы, активного изменения баланса воды, пород, геоэнергетики. Поэтому появилось новое направление в горной науке – горная экология, в задачи которой входит изучение закономерностей воздействия человека на окружающую среду в сфере горного производства, взаимосвязей физических и химических процессов, лежащих в основе добычи и переработки полезных ископаемых с круговоротом вещества и энергии в биосфере.

Происходящие изменения в окружающей человека геологической среде, необходимость детального изучения этих процессов привели к формированию "антропогенной ветви" геологии, где получают развитие новые направления по изучению отношений между геологическими процессами и человеческой деятельностью.

Изучение этих процессов является новым направлением экологии, основанным на изучении влияния техногенных и геодинамических факторов на геологическую среду и взаимодействие с ней гидросферы, биосферы и атмосферы. Эти исследования, к сожалению, пока еще не носят сколько-нибудь планомерного характера.

Поиск, разведка и освоение нефтяных и газонефтяных месторождений сопровождается негативным воздействием на геологическую среду. Все технологические процессы – бурение скважин, добыча, хранение и транспортировка нефтепродуктов – приводят к значительным ее изменениям. Обустройство месторождений, сооружение разветвленных газо- и нефтепроводов нарушают поверхностный и подводный сток, изменяют фильтрационные и физико-механические свойства грунтов, все это приводит к нарушению температурного режима пород, проявлению процессов эрозии и заболачивания.

Извлечение в огромных объемах нефти, газов и попутных вод из недр земли, наполнение недр интенсифицирующими добычу агентами с отличной от естественной температурой вносят в геологическую среду следующие глубинные изменения: падение внутрипластовых давлений; изменение напряженного состояния пород в массиве; местные и региональные просадки поверхности земли, достигающие 9–12 м; переформирование гидрогеологических условий – замещение выкаченной нефти водой, усиление водообмена, образование водоносных горизонтов, смешивание вод; изменение уровней уклона, скорости движения, химического, газового состояния и температур подземных вод; вторичные изменения режима подземных вод, а также фильтрационных деформаций пород вплоть до гидравлического разрыва водоупорных слоев в связи с законтурным и внутриконтурным заводнением нефтяных месторождений и применением других способов увеличения нефтедобычи пластов; дегазация пород; изменение температурного режима горных пород; изменение минерального состава пород. Глубина изменения геосферы в районах добычи нефти достигает 10–12 км.

В процессе бурения скважины устойчивые свойства (определенную плотность, пористость, влажность, запас упругой энергии) породы приобретают в условиях всестороннего сжатия, когда, кроме сил тяжести (гидростатического давления), большое влияние оказывают тектонические силы, метаморфизм и т.д. После вскрытия пласта (горного массива) на контуре скважины образуется

локальное силовое поле, где породы могут испытать всю гамму деформаций от вязкого пластичного течения до хрупкого разрушения; в первом случае наблюдается сужение ствола, во втором – кавернообразование. Эти деформации – предельная форма проявления горного давления.

Наблюдение на глубинах до 3 км за изменением каверн в стволе скважины Кольской сверхглубокой-8 показало, что наибольший объем перемещенной породы приходится на первые 5–10 сут (до 75%) после вскрытия массива. Активное кавернообразование продолжалось 120–200 сут и прекратилось при увеличении диаметра скважин от 216 до 500 см. Аналогично кавернообразование в осадочных породах на глубине до 3 км. Обычно в течение 10–40 сут наблюдается увеличение коэффициента кавернозности от 1,3 до 1,5, затем его величина постепенно убывает, а в глинистых породах возможно установление номинального диаметра, а иногда и его уменьшение [2].

Исследование напряженно-деформированного состояния на контуре скважины необходимо для понимания сложных тектонических процессов, прогноза землетрясений, оценки устойчивости стенок скважин и горных выработок, выбора породоразрушающего инструмента, проходки вертикальных и горизонтальных скважин. Наряду с природными деформациями установлено влияние разработки нефтяных залежей на напряженное состояние горных пород в разрезе месторождений. Глубинная техногенная геодинамика влияет на величину колебаний земной поверхности. Ритмические изменения энергетического состояния нефтяных залежей коррелируются с изменением напряженности геодинамического поля вышележащих толщ [3].

После окончания нефтедобычи со временем возникает опасность образования местных и региональных просадок поверхности земли. Наблюдения над формированием просадок позволили в результате анализа техногенных воздействий разработок нефтяных и газовых месторождений выявить следующие закономерности: просадки отмечаются только в случае разработки месторождений без поддержания пластового давления. Это явление наиболее характерно для тех месторождений, где разрабатываются пласты большой суммарной мощности, как правило, в несколько сотен метров; просадка наблюдается над теми месторождениями, где отбор пластовых флюидов производится из рыхлых, слабоцементированных песков и песчаников, переслаивающихся с глинами; для месторождений с явлением просадки характерны сравнительно небольшие глубины залегания продуктивных пластов, не более 2000 м от поверхности [4].

С 1963 г. в Беларуси начала развиваться нефтедобывающая промышленность. К 1995 г. в республике было открыто 58 нефтяных месторождений, из них 54 расположены в Гомельской области на территории Припятского прогиба, общая площадь которого составляет 32772 км^2. На этой площади было пробурено (глубиной от 2,0 до 5,4 км) около 2 тыс. скважин различного назначения. Для каждой скважины отчуждается от 2,3 до 3,05 га земли.

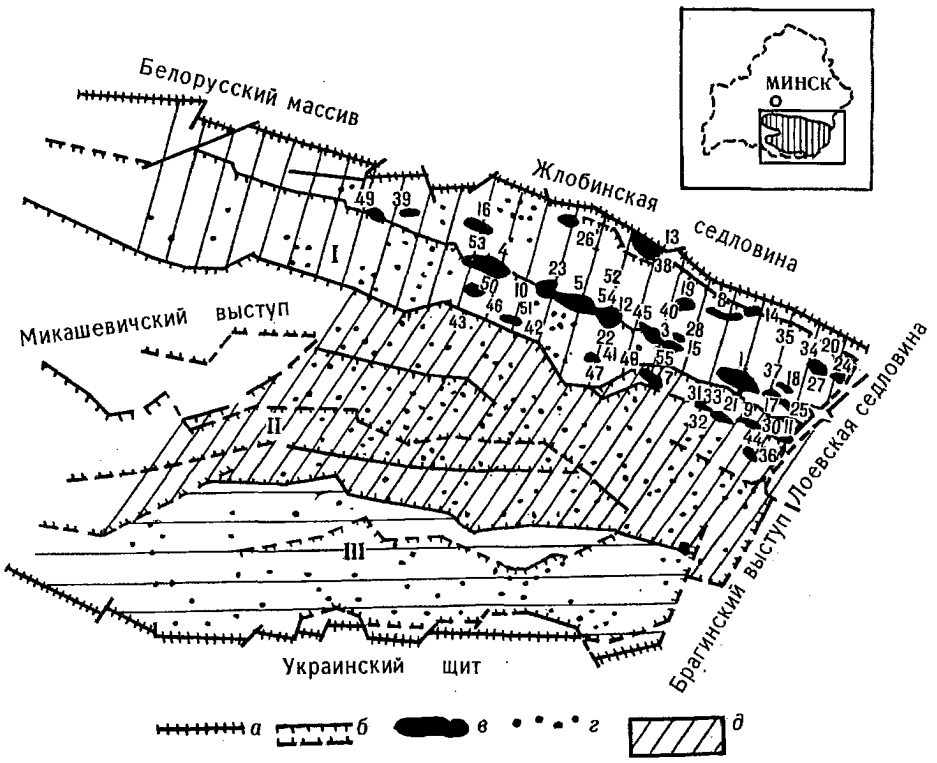
Нефть в Припятском прогибе находится в подсолевых терригенных (пашийский, кыновский горизонты), подсолевых карбонатных (саргаевский, семилукский, воронежский), межсолевых (задонский, елецкий) и внутрисолевых (лебедянский) отложениях девона. Залежи нефти многопластовые (подсолевые), массивные (межсолевые), литологические (внутрисолевые), сводовые, тектонически и литологически экранированные. Глубина залегания изменяется от 1612 м (Березинское месторождение) до 4580 м (Первомайское). Площадь нефтяных залежей варьируется от 1–2 км^2 до 50 км^2 (Речицкое месторождение). Коллекторы основных нефтяных горизонтов – порово-кавернозно-трещиноватые карбонатные породы, в терригенной подсолевой толще – пористые песчано-алевролитовые. Мощность нефтенасыщенных пород составляет от 1–2 до 180 м.

Формирование нефтяных месторождений в Припятском прогибе связано с разломами. Влияние разломов на образование в Припятском грабене структурных форм, являющихся ловушками для нефти и газа, устанавливается достаточно четко и охарактеризовано в ряде работ [5–7].

С целью обеспечения нормальной инженерной, хозяйственной деятельности и сохранения геологической среды все геологические работы должны завершаться составлением соответствующих карт, которые учитывали бы как геологическое, так и экологическое направление в геологии. Главной задачей геоэкологических карт должно стать: отражение общих закономерностей влияния хозяйственной деятельности на основные параметры геологической среды,

качественная и количественная оценка изменений литосферы в изучаемой зоне и определение направленности развивающихся в ней экологических процессов.

Наибольшее количество пробуренных глубоких скважин в Припятском прогибе связано с поисками нефти. По степени нефтеперспективности выделены три зоны: Северная, Центральная и Южная. Естественно, что разбуренность территории связана с ее нефтеперспективностью. По степени нарушенности литосферы при поиске, разведке и добыче нефти выделяются такие же три зоны: Северная, Центральная и Южная (рисунок).



Карта нарушенности литосферы Припятского прогиба бурением глубоких скважин при поиске, разведке и добыче нефти:

а – краевые разломы; *б* – разломы; *в* – месторождения нефти: *1* – Речицкое, *2* – Осташковичское, *3* – Тишковское, *4* – Вашанское, *5* – Давыдовское, *6* – Ю.-Осташковичское, *7* – Золотухинское, *8* – В.-Первомайское, *9* – Барсуковское, *10* – Мармовичское, *11* – Надвинское, *12* – Сосновское, *13* – Березинское, *14* – Озерщинское, *15* – З.-Тишковское, *16* – Оземлинское, *17* – Красносельское, *18* – Днепровское, *19* – Первомайское, *20* – Александровское, *21* – Малодушинское, *22* – Ю.-Сосновское, 23 – Полесское, *24* – Борщевское, *25* – Ветхинское, *26* – Судовицкое, *27* – Ю.-Александровское, *28* – Дубровское, *29* – Славаньское, *30* – С.-Надвинское, *31* – З.-Малодушинское, *32* – Старо-Малодушинское, *33* – С.-Малодушинское, *34* – З.-Александровское, *35* – Дунайское, *36* – Кербецкое, *37* – Левашовское,*38* – Отрубовское, *39* – Борисовское, *40* – Елизаровское, *41* – Чкаловское, *42* – Казанское, *43* – Комаровичское, *44* – Летешинское, *45* – Пожихарское, *46* – Октябрьское, *47* – С.-Притокское, *48* – С.-Новинское, *49* – В.-Дроздовское, *50* – Ю.-Вишанское, *51* – С.-Домановичское, *52* – Хуторское, *53* – Ю.-Оземлинское, *54* – З.-Сосновское, *55* – Ю.-Тишковское; *г* – скважины; *д* – номер и территория зоны

Основным показателем нагрузки на геологическую среду Припятского прогиба по всем зонам является плотность и количество пробуренных глубоких скважин (таблица).

Разбуренность Припятского прогиба

Зона	Площадь зоны, км^2	Количество пробуренных скважин	Плотность скважин, 1 скв./км^2
Северная	11112	1276	9
Центральная	11708	486	24
Южная	9952	170	58
Итого	32772	1932	17

Из таблицы видно, что средняя плотность пробуренных скважин на территории Припятского прогиба составляет 1 скважина на 17 км^2. Всего под бурение скважин было задействовано 5893 га земли.

В результате проведенных буровых работ в Южной зоне скважины были пробурены на территории в 518 га. Скважины размещаются неравномерно,

наибольшее их количество расположено на Ельской площади. Большая часть скважин имеет глубину 2000–3000 м; 16 скважин – более 4000 м. В пределах зоны две скважины имеют глубину свыше 5000 м (Гребеневская № 1 – 5270 м и Ельская № 28 – 5100 м).

На территории Центральной зоны скважины расположены следующим образом: глубиной свыше 4000 м – на севере и юге зоны, от 3000 до 4000 м – на юге и в центре, от 2000 до 3000 м – по периметру описываемой территории. 56 скважин достигли глубины более 4000 м, преобладают скважины глубиной более 3000 м. Наиболее глубокой является Малодушинская скважина № 20 – 5250 м. В данной зоне открыты четыре месторождения: Золотухинское, Малодушинское, Барсуковское, Надвинское.

На территории Северной зоны большая часть скважин пробурена до отметки более 3000 м, 115 скважин – на глубину свыше 4000 м. Две скважины достигли глубины свыше 5000 м (Светлогорская № 1 – 5152 м, Речицкая № 93 – 5010 м). Количество скважин, превышающих глубину 4000 м, больше чем в двух других зонах вместе взятых. На территории Северной зоны сосредоточены все крупные месторождения нефти, открытые в Припятском прогибе: Вишанское, Мармовичское, Давыдовское, Хуторское, Полесское, Сосновское, Осташковичское, Дубровское, Судовичское, Березинское, Борисовское, В.-Дубровское, Октябрьское, С.-Домановичское, Тишковское, Речицкое, Озерщинское, Борщевское, Александровское, Днепровское, Красносельское, Ветхинское. Нарушения литосферы буровыми работами Северной зоны Припятского прогиба являются наиболее значительными. Средняя плотность пробуренных скважин составляет одна скважина на 9 км^2, что в несколько раз больше, чем в Центральной и Южной зонах.

Геоэкологическая карта степени нарушенности литосферы Припятского прогиба, для составления которой использованы два параметра, является основой для учета техногенной нагрузки на литосферу, возникающей при бурении глубоких нефтяных скважин.

1. Булаевский Д.С., Бланк М.Я., Великанов В.А., Володин Д.Ф. и др. // Геологический журнал. Киев, 1987. Т.47. №2.
2. Пейсиков Ю.В. // Геология нефти и газа. 1992. №6. С.34.
3. Москвич В.А., Лобов А.И. // Проблемы экологической геологии в Прибалтике и Белоруссии: Тез. докл. Вильнюс, 1990. С.123.
4. Зотов Г.А. // Научно-методические и технологические разработки месторождений со сложными геологическими условиями. М., 1990. С.3.
5. Горелик З.А. // Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР. Алма-Ата, 1973. С.194.
6. Синичка А.М., Ланкуть Л.М. // Геология нефти и газа. 1980. №2. С.14.
7. Синичка А.М. // Тектонические исследования запада Восточно-Европейской платформы. Мн., 1984. С.114.

Поступила в редакцию 07.02.96.

УДК 551.48

Л.В. ГУРЬЯНОВА

ОРГАНИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКИХ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРАКТИКЕ РЕШЕНИЯ ГЕОГРАФО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

The use of GIS technology for the solution of geographic-hidrological problems is a new methodical approach, qualittively new information medium with high-level technical means. The prospect of this trend of the development of geographic branches is proved by the foundation of a network of special centres of geographic information at the facuites of Geography of different universities in varions countris.

История использования технологии географических информационных систем (ГИС) для решения прикладных географических задач, в том числе и вопросов водного хозяйства, отличается чрезвычайным динамизмом. Пионером в развитии информационных систем для организации территориальных баз данных является Канада [1]. Здесь в 60-х гг. была организована первая ГИС для управления лесными ресурсами; в 70-х гг. была разработана территориальная система LRIS (Land Registration Information Systems). В настоящее время канадская территориальная система используется в качестве модели для организации соответствующих систем в США, Австралии и других странах.

В целом геоинформатика принадлежит к наиболее быстро развивающимся информационным технологиям . Поскольку ГИС-среда является качественно