

3. Вопросы геологического обеспечения отработки углегазовых объектов в пределах отработанного пространства шахт и на закрытых шахтах требуют дополнительных исследований и обоснований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айруни А.Т., Галазов Р.А., Сергеев И.В. и др. Газообильность угольных шахт СССР. Комплексное освоение газоносных угольных месторождений.— М.: Наука, 1990.— 216 с.

2. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. Т.1. Угольные бассейны и месторождения европейской части СССР.— М.: Недра, 1979.— С.7—356.

3. Зейденварг В.Е., Айруни А.Т., Галазов З.Ф., Петрова Ю.Э., Брижанев А.М. Комплексная разработка метаноносных угольных месторождений.— М., ЦНИИЭИуголь, 1993.— 143 с.

4. Зейденварг В.Е., Айруни А.Т., Галазов Р.А., Брижанев А.М., Петрова Ю.Э. Перспективы промышленной добычи метана из угольных пластов.— М., ЦНИИЭИуголь, 1995.— 105 с.

5. Кирюков В.В., Куш О.А. Промышленно-геологические факторы освоения угольно-газовых залежей Донецкого бассейна. Сб. Геология угольных месторождений.— Вып 9.— Ек. УГГГА, 1998.— С. 243—353.

УДК 681.3.06

Ю.А. Боксерман, В.И. Сухоруков,
Институт газа НАН Украины,
О.Л. Перевозчикова, В.А. Сичкаренко,
Институт кибернетики им. В.М. Глушкова

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО РАСЧЕТА И ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ УТИЛИЗАЦИИ УГОЛЬНОГО МЕТАНА

Коротко описана інформаційно-розрахункова комп'ютерна система ІРКС-МЕТАН комплексного розрахунку, аналізу та вибору оптимальних варіантів облаштування об'єктів утилізації вугільного метану.

В сложившейся ситуации в энергетическом секторе Украины возникла необходимость использования нетрадиционных источников

энергоресурсов. К ним относится угольный метан (УМ), ресурсы которого в Украине по оценкам отечественных и зарубежных специалистов довольно значительны. Добыча и утилизация УМ имеет следующие преимущества:

1. Добыча метана значительно повысит здоровье и безопасность труда шахтеров и сократит меру риска, связанного со взрывами метана. Добыча УМ позволит не только сократить такую опасность, но и уменьшить затраты на вентиляцию шахт. Кроме того, благодаря новым технологиям метан может использоваться в газодизельных и газотурбинных установках для производства электроэнергии и тепла. Это может привести к значительному повышению общей эффективности работы шахты.

2. Создание метанодобывающей промышленности позволит снизить социальную напряженность в угледобывающих регионах. Это особенно важно в условиях, сложившихся в результате реструктуризации угольной отрасли, резкого снижения объема угледобычи, закрытия значительного числа угольных шахт и возникновения проблемы занятости высвобождающихся шахтеров, которую частично можно решить за счет их переориентации на добычу и использование УМ.

3. Крупномасштабная добыча УМ может существенно дополнить добычу природного газа в Украине, где внутреннее производство энергоносителей остановилось на определенном уровне или начало сокращаться. УМ может сыграть существенную роль в процессе усиления местной промышленности и национального бюджета за счет сбережения твердой валюты, которая в противном случае будет расходоваться на импорт природного газа.

4. УМ (не будучи добытым и утилизированным) в конечном счете выходит в атмосферу. Метан является парниковым газом с чрезвычайно высоким показателем содействия процессу глобального потепления, в связи с чем он занимает одно из первых мест в списке газов, за выбросом которых должен быть установлен жесткий контроль.

Создание метанодобывающей промышленности потребует решения ряда задач, одной из которых является обустройство объектов утилизации УМ. Решение этой сложной комплексной проблемы, которая содержит вопросы геологии, добычи, использования и экономики затруднено без компьютерного моделирования ввиду сложности многофакторных и многопараметрических задач обустройства и утилизации УМ:

- сбора, подготовки и транспорта УМ;
- эффективного размещения на плане местности объектов обустройства и утилизации УМ с учетом существующей инфраструктуры;
- технико-экономического расчета, анализа и выбора оптимальных вариантов обустройства и утилизации УМ.

Отметим, что при решении этих задач необходимо учитывать специфику обработки УМ, обусловленную сложностью предсказания продолжительности его добычи и отсутствием сетей сбора и транспорта сырья. Поэтому выбор эффективного варианта утилизации УМ должен состоять в обеспечении наилучших значений целевой функции во всем диапазоне возможных изменений исходных данных. Рассматриваемый комплекс задач относится к классу дискретно-непрерывных задач оптимизации, эффективное решение которых невозможно получить за приемлемое время в рамках одного вычислительного процесса. Попытки решения таких задач традиционными способами порождают комбинаторный взрыв вариантов, быстро исчерпывающий ресурсы компьютера и затрудняющий выбор эффективного варианта обустройства. Понадобилась специальная технология создания и использования программных средств, которая реализована в информационно-расчетной компьютерной системе расчета, анализа и выбора оптимальных вариантов обустройства объектов утилизации УМ (ИРКС-МЕТАН).

Основными компонентами системы являются подсистема интегрированной базы знаний (данных) и вычислительная подсистема.

Подсистема интегрированной базы знаний (БЗ) состоит из трех основных частей:

1. База картографической информации, которая содержит не только атлас электронных карт, но и сведения о территориально-промышленных регионах, геолого-промышленных районах добычи сырья, месторождениях, шахтах и т.д.

2. База геолого-промышленной информации, которая содержит сведения о геологических характеристиках месторождений, шахтах и т.д.

3. База технической информации, которая содержит сведения о технологии подготовки углеводородного сырья, основном технологическом и утилизационном оборудовании, трубах, методах расчета, эколого-экономическим методам оценки эффективности утилизации УМ, нормативно-справочную информацию и т.д.

Вычислительная подсистема решает следующие задачи:

1. Размещение на электронной карте объектов добычи (скважин), использования и установок подготовки УМ с учетом существующей инфраструктуры.

2. Размещение на электронной карте схем промысловых трубопроводов и трубопроводов, соединяющих объекты добычи, подготовки и потребителей (также с учетом существующей инфраструктуры).

3. Моделирование и расчет технологий подготовки УМ, специфических тепло-, массообменных, гидродинамических процессов, протекающих в оборудовании и трубах.

4. Выбор основного технологического и утилизационного оборудования и труб.

5. Эколого-экономический расчет и анализ вариантов обустройства и утилизации УМ.

Системе ИРКС-МЕТАН присущи:

- системный подход к разработке и выбору оптимальных решений на основе информационной модели, которая поддерживается базой знаний;
- комплексность решения задач обустройства и утилизации для технологической цепочки «скважина-потребитель» как единого целого;
- эколого-экономическая оценка вариантов обустройства и утилизации УМ;
- возможность использования отдельных сегментов вычислительной подсистемы для решения локальных задач;
- интеграция существующих программных средств в единую расчетную систему с развитой базой знаний для ликвидации непродуктивной и слабо верифицируемой (выполняемой, как правило, вручную) трансформации результатов одного пакета программ во вход другого;
- высокий интеллектуальный уровень интерфейса благодаря визуальным формам, которые используются проектировщиками.

Обобщенная структура системы ИРКС-МЕТАН показана на рис. 1.

Применительно к УМ как виду углеводородного сырья в ИРКС-МЕТАН реализован комплекс методов технологического и эколого-экономического анализа и принятия решений при определении месторасположения объектов добычи, подготовки и использования УМ, ва-

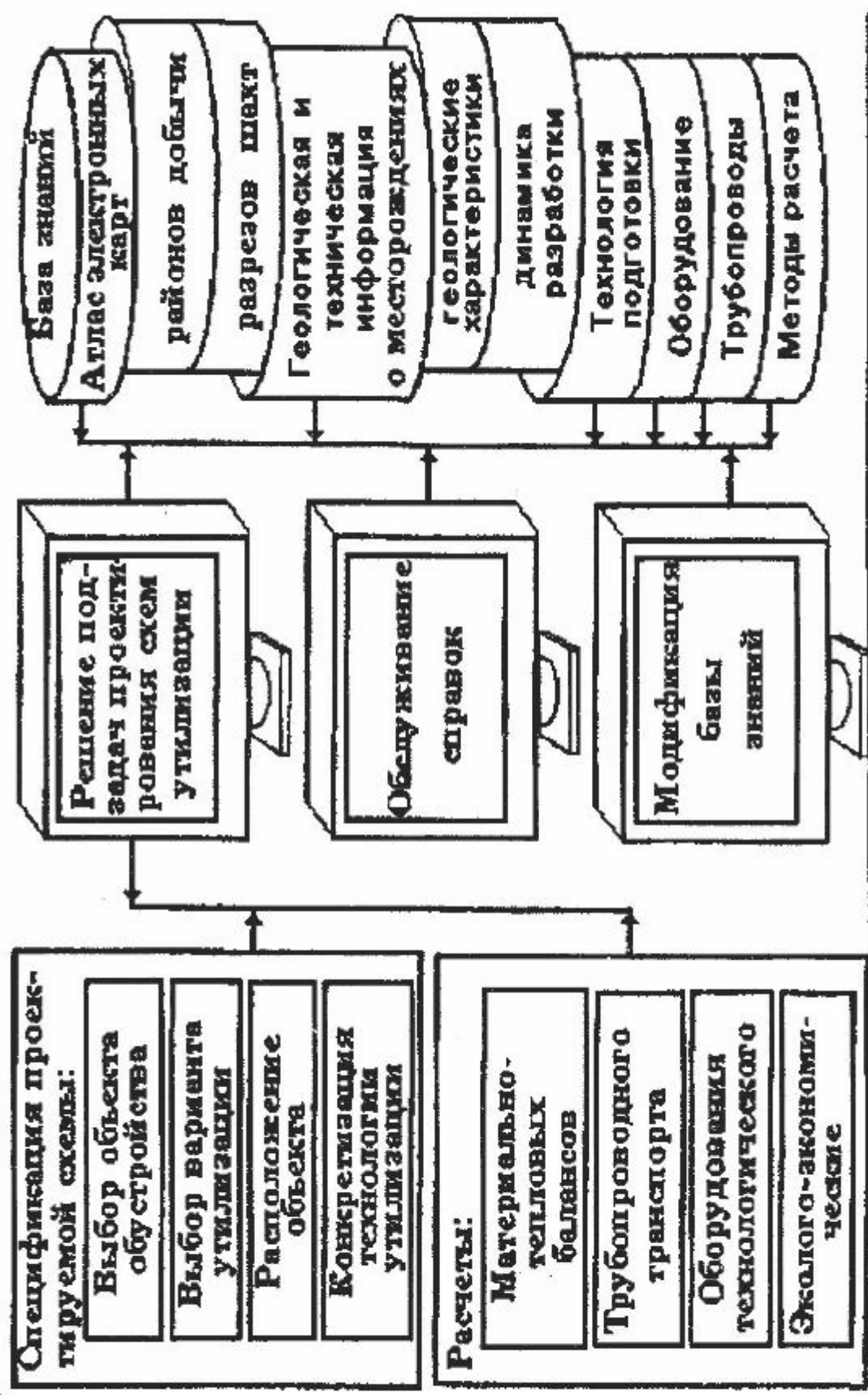


Рис. 1. Обобщенная структура системы ИРКС-МЕТАН

рианта утилизации УМ, конструктивных характеристик технологического и утилизационного оборудования, схем транспортировки УМ с расчетом по каждому варианту показателей эффективности и гибкую организацию хода расчета в зависимости от промежуточных и итоговых результатов.

В реализованном макетном образце ИРКС-МЕТАН проектируются схемы обустройства, предполагающие добычу УМ бурением скважин с поверхности. Рассчитываются следующие показатели: нормы амортизационных отчислений; затраты на электроэнергию; условно-постоянные расходы; себестоимость УМ; цены реализации добытого газа; эффект снижения себестоимости угля от дегазации; комплексный предотвращенный ущерб от выбросов метана в атмосферу; социальная эффективность использования УМ; суммарный положительный эффект, капитальные затраты по вариантам утилизации УМ и срок их окупаемости.

Архитектура. Для шахт (по шахтоуправлениям и производственным объединениям) создан сегмент БЗ со сведениями о марке угля, производственной мощности, остаточном сроке службы, газоносности, газообильности, количестве УМ (свободного, дегазационного, вентиляционного) и его концентрации. Нормативно-справочную информацию для эколого-экономической оценки процессов добычи и утилизации УМ составляют показатели агрессивности различных ингредиентов в атмосфере и ее загрязненности, нормативы оплаты, нормы рентабельности, стандарты по амортизации оборудования и др.

В ИРКС-МЕТАН при эколого-математическом моделировании схем добычи и использования УМ учитываются условия контроля состояния и прогноза загрязнения окружающей среды, используется комплекс методов технологического и эколого-экономического анализа и принятия решений при определении месторасположения объектов утилизации и установок подготовки УМ, характеристик технологического и утилизационного оборудования, схем трубопроводной транспортировки УМ. Экологический эффект от сокращения выбросов УМ в атмосферу учитывается как комплексный предотвращенный ущерб окружающей среде по массе загрязняющих веществ, радиусу загрязнения, суммарной концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, экономическому ущербу от выброса в атмосферу, сброса сточных вод, загрязнения почвы и др.

В ИРКС-МЕТАН систематизированы более 20 визуальных форм обработки данных применительно к трем уровням моделирования и расчета наиболее эффективных вариантов утилизации УМ:

- *район добычи* — трехуровневая электронная карта (геолого-промышленная схема Донбасса, карты угленосных районов и конкретных углегазовых месторождений);

- *месторождение (шахта)* — физико-химические параметры и технологические показатели эксплуатации в динамике их изменения (дебит скважин, температура и давление добываемого УМ, его компонентный состав и свойства), электронные карт-планы промплощадок шахт, плоскостные схемы горизонтов со сведениями по углезапасам, взрывоопасности пластов и планов горных работ;

- *технология обустройства* — данные об организации технологических процессов (представительные классы технологических схем (ТС) и способы подготовки газа, виды оборудования и его режимные параметры, сортамент труб, характеристики трубопроводов и схемы их текущего и планируемого расположения, экологическая и экономическая информация).

Установки комплексной подготовки сырья (УПС) различаются степенью осушки, уровнем добычи и рабочим давлением газа. Различные по технологии, режимам и оборудованию УПС выбираются в зависимости от состава и объема добываемой продукции, термодинамических и климатических условий ее поступления, а также требований к качеству и параметрам УМ. В ТС подготовки УМ распространены такие виды оборудования, как разделительная аппаратура, теплообменники, компрессоры, насосы, холодильные установки, емкости и др. При утилизации газа свободных скоплений установки подготовки УМ технологически просты и обязательно содержат блоки пылеочистки, осушки, одоризации, сжатия газа. При принудительной дегазации в ТС дополнительно вводят компрессоры для дожатия газа, блоки охлаждения воды для компрессоров и др.

В ИРКС-МЕТАН наряду с графическим редактором ТС реализованы подсистемы расчета материально-тепловых балансов ТС и выбора/конкретизации оборудования. Проводятся детальные тепловые, гидродинамические, конструктивные и экономические расчеты по видам оборудования на основе сегмента БЗ по технологическому и утилизационному оборудованию.

Реализована подсистема проектирования трубопроводов, связывающих объекты добычи, подготовки и утилизации УМ. Рассчитываются трубопроводы для соединения газовых скважин и установок подготовки УМ с последующей его транспортировкой к объектам утилизации с учетом направлений использования. На электронной карте местности после размещения добывающих скважин выбираются различные схемы прокладки трубопроводов с учетом рельефа и расположения инженерно-технических объектов и сооружений (шахтный двор с прилегающей территорией, в том числе с жилой застройкой), трубопровод разбивается на участки согласно встреченным препятствиям: сооружениям и естественным преградам (водоемы, высоты, впадины/углубления, дороги). Прототипами электронных карт служат топографические карты, адекватно (без искажений пространственно-координатных данных) отображающие план местности.

Концептуально экспериментальный образец ИРКС-МЕТАН — это макетный образец, предоставляющий пользователям существенно развитые средства проектирования рациональных схем размещения трубопроводов, технологического и утилизационного оборудования, экологического анализа вариантов обустройства и их технико-экономического обоснования. При наличии информационной модели объекта, поддерживаемой разветвленной БЗ, организующей решение многофакторных задач размещения и интегрирующей в единую систему большое число пакетов, обеспечиваются расчеты локальных задач, интерфейсы которых унифицированы.

В ИРКС-МЕТАН поддерживаются три режима работы: собственно проведение расчетов; просмотр видеоинструкции как в целом по системе, так и по ее отдельным компонентам; демонстрация работы на учебно-методическом примере расчета ТС. Этот пример может использоваться и обособленно как учебно-методический рекламный ролик системы.

Работоспособность системы ИРКС-МЕТАН успешно проверена при выборе оптимальных вариантов утилизации УМ на шахтах им. А.Ф. Засядько, ГХК «Донецкуголь», Горская ГХК «Первомайскуголь», Западно-Донбасской № 6—42 ГХК «Павлоградуголь». Использование системы ИРКС-МЕТАН особенно перспективно и эффективно при разработке широкомасштабных проектов утилизации УМ, их экспертизы, а также разработке бизнес-планов новых проектов.