

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛАРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
им. А.Н. СЕВЧЕНКО

зр. 286.9  
1996

С

**ОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ  
ОПТИКИ,  
РАДИАЦИОННОГО  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ,  
ИНФОРМАТИКИ,  
РАДИОФИЗИКИ И  
ЭЛЕКТРОНИКИ**

МИНСК, 1996 г.

УДК 539:681.511

Современные вопросы оптики, радиационного материала –  
ведения, информатики, радиофизики и электроники: // Сборник  
научных трудов НИИ прикладных физических проблем  
им. А.Н. Севченко. — Минск: Белгосуниверситет, 1996. — Ч.1. — 318 стр.

Сборник посвящён 25-летию научно-исследовательского  
института прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко и  
содержит научные работы, отражающие последние достижения  
ученых института в области оптики, спектроскопии, физики  
взаимодействия заряженных частиц и жёстких электромагнитных  
излучений с твёрдым телом, радиофизики, математики и  
механики, информатики, техники физического эксперимента.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Академик АН Беларуси Чернявский А.Ф. (ответственный редактор),  
Воропай Е.С., Комаров Ф.Ф., Кухарчик П.Д., Умрейко Д.С..

ПРОГРАММНЫЙ СЕРВИС КОМПЛЕКСА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.Б. Таранчук, А.И. Климук

Создание экспертных систем по оценке методов рационального нефтеизвлечения предполагает наличие достоверных и эффективных математических моделей происходящих в пластовой системе процессов, средств сбора и обработки геолого-физической и информации по истории разработки залежи, математического и программного обеспечения вычислительного эксперимента.

Ниже обсуждаются структура, состав и функциональные возможности программного сервиса комплекса динамического прогнозирования разработки нефтяных месторождений, содержащего две составные части: автоматизированную информационную систему "Поиск-SKV", предназначенную для создания и сопровождения баз данных по фонду скважин, истории разработки залежи; пакет "ГБД" - систему компьютерной картографии объектов нефтедобычи.

Приведем характеристики систем "Поиск-SKV" и "ГБД".

Автоматизированная информационная система "Поиск-SKV" предназначена для работы с базами данных на IBM совместимых ПЭВМ. Она позволяет принимать информацию из баз данных форматов DBF, текстовых файлов, вводить, корректировать, сортировать исходные данные, осуществлять поиск необходимой информации, выполнять расчеты, просматривать на экране монитора или печатать различные таблицы и формы.

В состав АИС "Поиск-SKV" входят следующие программные средства: Poisk - реляционная СУБД для создания и сопровождения баз данных формата DAP; Tcorr - табличный корректор баз данных формата DAP; DBF\_DAP - модуль импорта данных формата DBF в формат DAP; SkvTcorr - программа обработки в интерфейсе электронной таблицы баз данных формата SKV, принятого в системе "ГБД"; Txt\_SKV - модуль формирования и дополнения базы данных формата SKV информацией из текстовых файлов.

АИС "Поиск-SKV" имеет широкие функциональные возможности, при численном моделировании процессов нефтеизвлечения, в основном, используется для создания и сопровождения баз данных "Топография", "Паспорт скважины", "История разработки", "Динамика показателей".

Например, в базе данных "История разработки" содержатся ежемесячные данные для всех скважин по извлечению нефти и воды (для добывающих) и по закачке воды (для нагнетательных). Если данные вводятся оператором, то он заполняет форму:

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ КАРТОЧКА СКВАЖИНЫ.

Месторождение (площадь) \_\_\_\_\_ / № блока \_\_\_\_/  
№ скважины \_\_\_\_/  
Горизонт \_\_\_\_ / Пласт \_\_\_\_ / Пропласток (коллектор) \_\_\_\_/  
Месяц \_\_\_\_ год \_\_\_\_ / Способ эксплуатации \_\_\_\_/  
Извлечение нефти: вес (в т.) \_\_\_\_/  
Извлечение пластовой воды (в т.) \_\_\_\_ /, и объем (в куб.м)  
извлеченной пластовой либо закачанной воды \_\_\_\_/  
Число дней эксплуатации \_\_\_\_ / Примечание \_\_\_\_/

Пользователь системы имеет возможность произвести выборку из базы данных по любому признаку или их комбинации, например, указать месторождение, горизонт, интервал времени. Можно обработать полученную выборку по алгоритмам, включенным в подсистему, в частности, формировать таблицы или графики, иллюстрирующие изменение показателей работы скважин (участка, пласта, месторождения,...). Например, в таблице I системой рассчитаны и даны показатели работы скважин выбранного участка за интересующий пользователя месяц. В таблице 2 для одного из горизонтов системой рассчитаны количества добывающих скважин, работающих в интересующих пользователя временных интервалах по обводненности и дебитам.

Таблица I. Показатели работы скважин участка № 25  
за апрель.

Номер сква-	Дата	Извлече- но нефти (т)	Извлече- но воды (т)	Извлече- но воды (куб.м)	Дней рабо- ты	Извлече- но жидк. (куб.м)	Обвод- нен- (%)
01463	04	-024	-005	-004	30	-28.00	14.29
01484	04	-098	-028	-024	30	-122.00	19.67
01487	04	-024	-005	-004	28	-28.00	14.29
01943	04	-020	-010	-009	29	-29.00	31.03
01944	04	-146	-023	-020	30	-166.00	12.05

Суммарный объем извлеченной жидкости: -373.00 куб.м  
Средний дебит за сутки: -2.49 куб.м

Таблица 2. Распределение количеств скважин по обводненности ( $F$ ) и дебитам ( $A$ ). Январь 1995 г.

$A \setminus F$	0%	до 5%	до 10%	до 25%	до 50%	> 50%
до 02 т/сут	4 скв. 0%	8 скв. 1%	12 скв. 1%	252 скв. 29%	54 скв. 6%	6 скв. 1%
до 04 т/сут	23 скв. 3%	19 скв. 2%	59 скв. 7%	221 скв. 25%	6 скв. 1%	0 скв. 0%
до 05 т/сут	4 скв. 0%	19 скв. 2%	10 скв. 1%	37 скв. 4%	0 скв. 0%	0 скв. 0%
до 10 т/сут	6 скв. 1%	74 скв. 8%	18 скв. 2%	28 скв. 3%	0 скв. 0%	0 скв. 0%
до 20 т/сут	1 скв. 0%	4 скв. 0%	1 скв. 0%	9 скв. 1%	0 скв. 0%	0 скв. 0%

Всего просчитаны: 875 скважин(ы)

С помощью системы "Поиск-SKV" из БД "История разработки" рассчитываются и передаются в программы моделирования процесса нефтеизвлечения данные по объемным среднесуточным расходам всех скважин моделируемого участка или месторождения. На этапе адаптации математической модели здесь же рассчитываются данные по обводненности, которые в вычислительном эксперименте используются в качестве критерия достоверности моделирования.

Программное обеспечение "ГБД" автоматизированного создания и сопровождения графических баз данных по геолого-физическим характеристикам нефтяных месторождений предназначено для ввода числовых значений характеристик однослойных нефтегазовых месторождений, параметров скважин; отображения трех-, двумерных изображений и графиков кривых, иллюстрирующих изменение параметров пластовой системы.

Программы комплекса "ГБД" позволяют в интерактивном режиме произвести топографическую разметку месторождения скважинами заданного типа, для которых следует задавать значения геофизических параметров, в частности: глубину кровли, мощность, пористость, нефтенасыщенность, насыщенности связанный воды и остаточной нефти, проницаемость и другие. Параметры скважин могут вводиться, корректироваться пользователем средствами "ГБД" или экспортироваться средствами АИС "Поиск-SKV". Модули "ГБД" предоставляют возможности

оконтурить месторождение, произвести аппроксимацию на равномерную прямоугольную сетку цифрового поля любого параметра, характеризующего пласт и содержащегося в базе данных SKV, построить и сформировать изображение изолиний поля.

В состав "ГБД" входят следующие программные комплексы и модули: GDD - система наполнения и сопровождения баз данных SKV по топографии и геофизическим параметрам скважин, формирования равномерной сетки, аппроксимации по системе нерегулярно расположенных точек на заданную сетку цифрового поля (формата FLD), расчета и формирования векторно-растровых изображений формата MAP с изолиниями поля FLD, примитивами, номерами скважин и значениями их геофизических параметров; Worker - синтезатор изображений формата MAP, их редактирования и дополнения, сопровождения баз данных SKV, формирования карт разработки; Approx - набор модулей, реализующих различные алгоритмы аппроксимации цифровых полей на прямоугольную сетку; Gen\_Zon - программный комплекс интерпретации цифровых полей формата FLD, формирования изображений и расчета интегральных характеристик зон относительной однородности полей; PrnPltMAP - программы получения твердых копий формата MAP; SKV\_ergo, SKV\_dnst - модули проверки корректности параметров SKV-баз данных, плотности распределения скважин на площади объекта нефтедобычи.

Используя реализованные в "ГБД" алгоритмы расчета параметров пластовой системы, можно также вычислить и экспонтировать в программы моделирования процесса нефтеизвлечения сеточные функции (распределения проницаемости, пористости, толщины пласта и другие), пересчитать на контрольный момент времени извлекаемые запасы нефти.

Для иллюстрации некоторых возможностей комплекса "ГБД" приведены рисунки 1, 2. На рис. 1 для одного из объектов нефтедобычи показано поле изобар, в верхнем правом углу рисунка дана выкопировка окрестности скважины I38I с 2-х кратным увеличением. На рис. 2 для другого объекта показаны схема месторождения, штриховкой выделены интервалы/зоны удельной плотности извлекаемых запасов. На рисунке также показаны отдельные фрагменты изображения в 2-х кратном увеличении. Заметим, что все изображения формата MAP - цветные; также в цвете получаются твердые копии, вывод которых на плоттер или принтер обеспечивается программами PrnPltMAP.

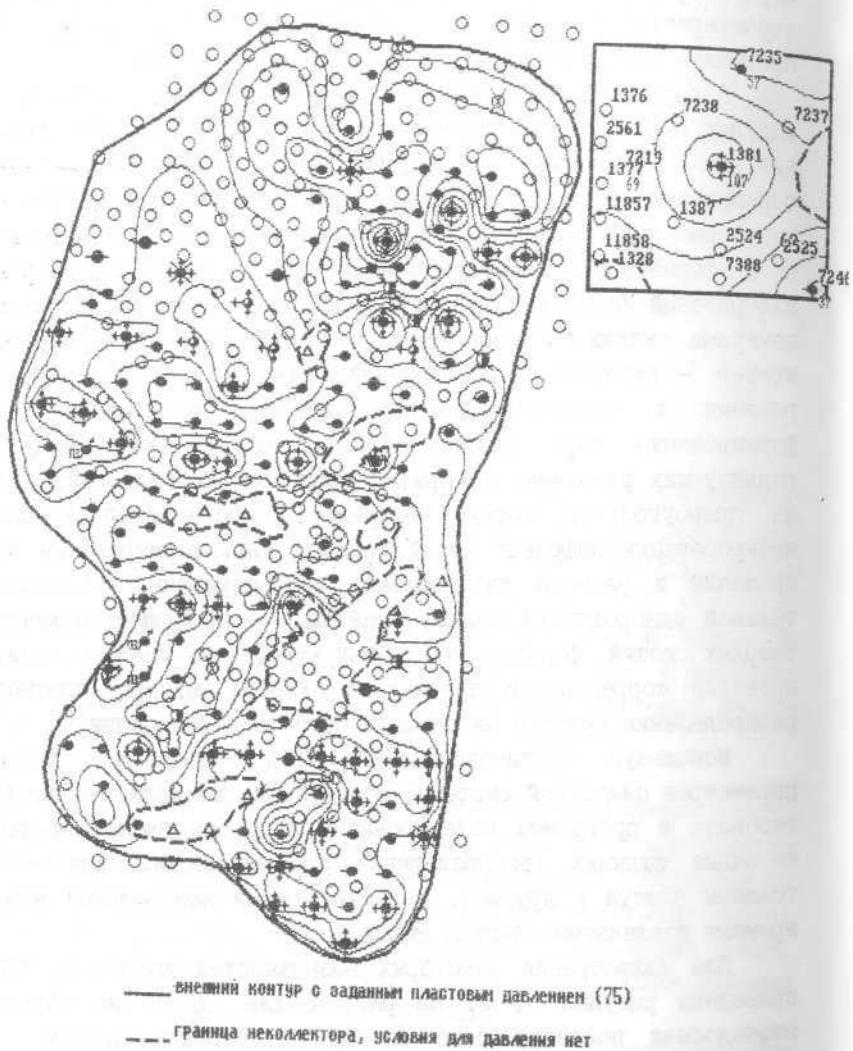


Рис.1. Карта изобар.

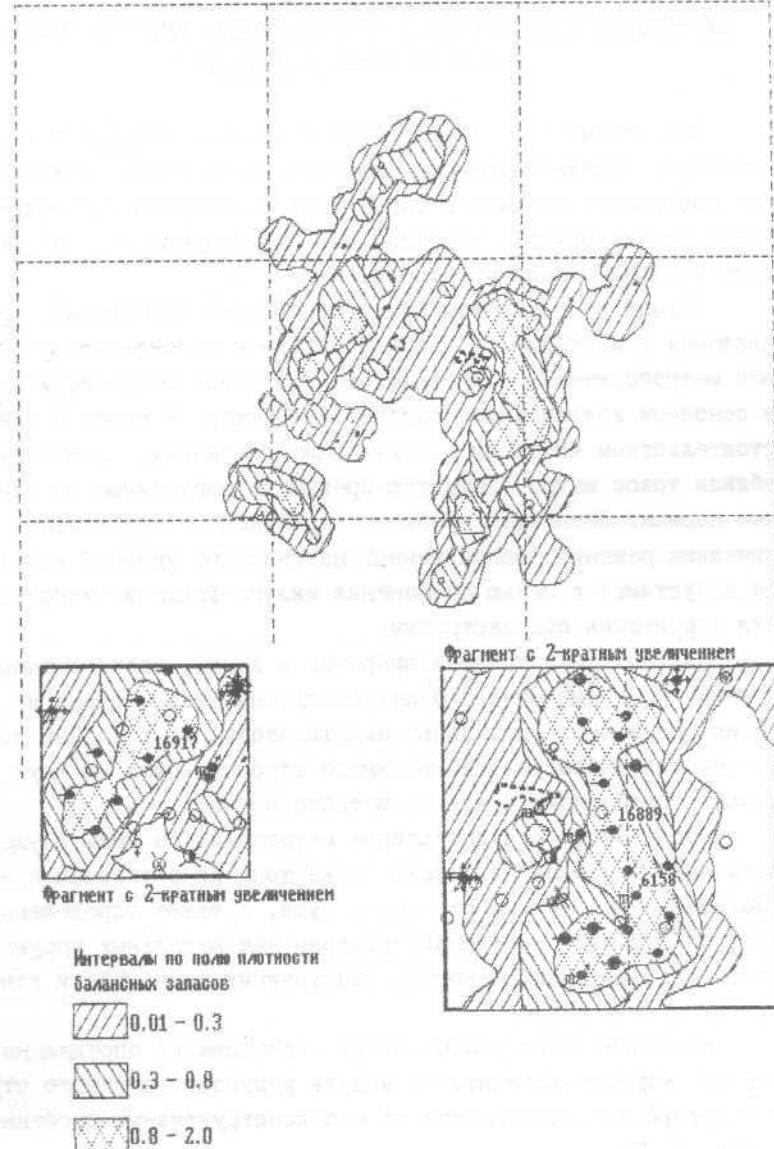


Рис.2. Поле плотности извлекаемых запасов