

Санкт-Петербургский государственный университет

Математическое обеспечение и администрирование информационных
систем

Кафедра информационно-аналитических систем

Смирнов Александр Львович

Автоматическая типизация горных пород

Курсовая работа

Научный руководитель:
ст. преп. Смирнов М. Н.

Санкт-Петербург
2019

Оглавление

Введение	3
1. Цели работы	7
2. Постановка задачи	8
3. Исходные данные	9
4. Решение	10
4.1. Обзор вариантов	10
Заключение	11
Список литературы	12

Введение

Существует множество способов разведки нефтяных месторождений. Один из них — разведка буром: во время бурения аккуратно извлекают керн — цилиндрические столбики породы, по которым ясно видно, как залегают пласты. Полученные образцы позволяют обнаружить породы-коллекторы, оценить их емкостные и фильтрационные свойства.

Что такое керн

Керн — цилиндрический монолит горной породы, получаемый путём кольцевого разрушения забоя скважин при бурении.

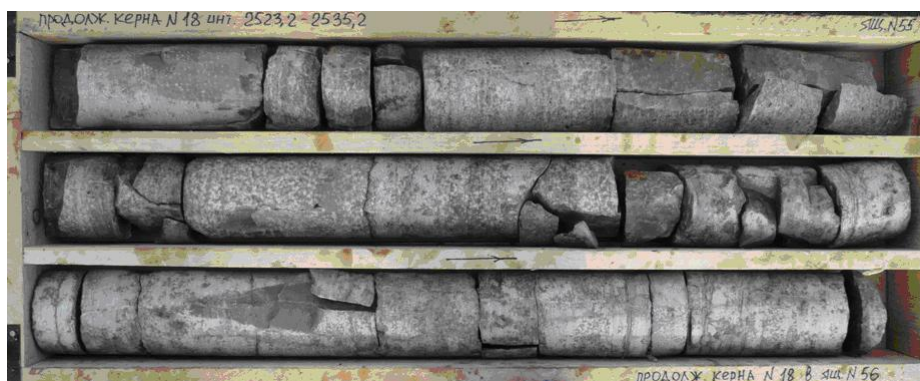


Рис. 1: Пример керна

К сохранности и качеству керна предъявляются требования, обеспечивающие достоверность сведений о составе и строении вскрытых скважиной горной породы и полезных ископаемых. Сохранность керна оценивается его линейным (или объёмным) выходом — процентным отношением суммарной длины (или фактической массы) поднятого керна к длине пробуренного интервала (или расчётной массе для пробуренного интервала) скважины.

В дальнейшем керн исследуется и анализируется (химический, спектральный, петрографический и другие анализы) в лаборатории с помощью различных методов и на различном оборудовании, в зависимости от того, какие данные должны быть получены.

Выход керна по руде обычно колеблется от 50 до 80%. В плотных и однородных рудах и породах он повышается до 100%. В мягких и сильно трещиноватых рудах выход керна иногда снижается до нуля. При отсутствии или малом выходе керна в пробу поступает шлам, вследствие чего качество опробования значительно снижается. Учитывая это, следует добиваться максимального выхода бурового керна.

При опробовании массивных и вкрапленных руд большой мощности применяется секционный отбор проб с длиной керна отдельной пробы 1, 2 или 3 метра, а иногда 5 метров в соответствии с методами предстоящей эксплуатации.

Описание разреза начинается с общего осмотра керна (или его части) и уточнения его местоположения в разрезе скважины. Керна, поднятый и очищенный от бурового раствора, укладывают в специальные керновые ящики, изготовленные из дерева и разделенные на продольные секции. После этого проводятся исследования состава, выделение маркирующих слоёв и прочее.

Исследование керна

Изучение нефтегазоносных скважин по керну имеет свои специфические особенности. Они заключаются в том, что по керну скважин получают в основном геологическую информацию, связанную с закономерностями вертикального строения разрезов (последовательность и характер напластования, мощность слоев, литологический состав отложений, текстурно-структурные особенности пород и т.д.).

Кроме того, отбор керна в скважинах осуществляется не полностью, поэтому полученные сведения могут носить обрывочный характер и требуют глубокого анализа строения разрезов, вскрытых ранее пробуренными скважинами, и привлечения данных геофизических исследований.

Осадочные толщи имеют слоистое (часто ритмичное) строение и представляют многократное и разномасштабное повторение (чередование) пород. Поэтому при осмотре и описании керновых колонок, преж-

де всего, выделяются слои – геологические тела, имеющие существенно однородный литологический состав (часто одинаковую окраску), обладающие ясно выраженными подошвой и кровлей и значительной толщиной (мощностью).

Определение наличия нефти

Фотографии кернa в ультрафиолетовом свете (Рис. 2) позволяют выделить в разрезе нефтенасыщенные участки, выявить текстурные характеристики, связанные с особенностями условий осадконакопления пород. Нефтенасыщенные интервалы кернa светятся в ультрафиолетовом свете в спектре от голубого до буровато-оранжевого цвета. Чем выше плотность углеводородов и насыщенность ими пород, тем больше желтых, оранжевых и коричневых цветов. [1]

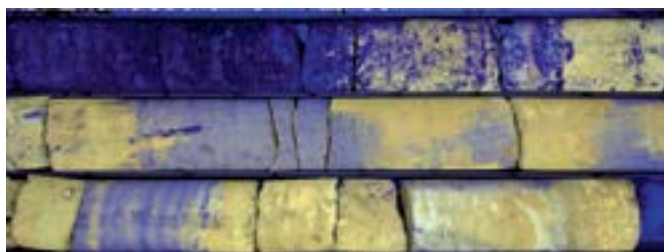


Рис. 2: Фотографии кернa в ультрафиолетовом свете. Неравномерное желтое свечение – неравномерно нефтенасыщенные песчаник.

Нефтепроявления могут заключаться в выходах жидкой нефти и подъеме нефтесодержащих пород, в примазках нефти по трещинам в породах, в тонких пленках нефти на воде и т.д. Нефть может вытекать непосредственно из коренных пород, из наносов; может скапливаться в виде толстых плёнок на поверхности воды более или менее далеко от места выхода нефтеносных пород на дневную поверхность и т.д.

При изучении кернa иногда можно наблюдать налеты и примазки нефтяных компонентов на стенках трещин. Обычно они темноокрашенные, так как представляют собой остаточные, окисленные компоненты мигрировавших через породу нефтяных флюидов: асфальтеновых и смолисто-асфальтеновых фракций. Легкие и средние компоненты (бес-

цветные и светлоокрашенные) даже при интенсивном нефтяном запахе породы остаются невидимыми.

Нефтесодержащие породы узнаются или сразу по цвету и запаху, если они сильно пропитаны нефтью, или после проверочных испытаний. Нефть может быть распределена в породе (например, в песчанике) равномерно или, чаще, неравномерно. В этом случае необходимо изучить характер ее распределения в зависимости от состава, структуры и текстуры.

Неравномерные признаки нефтенасыщения в виде «пятнистости» по всему интервалу керна чаще всего наблюдаются в переходных зонах, ближе к водонефтяным контактам или в неоднородном пласте-коллекторе с резкой изменчивостью ёмкостно-фильтрационных свойств. В этом случае необходимо детально изучить весь интервал керна на нефтенасыщенность. [2]

Проблема

Информация о керне описывается послойно: один слой - один тип породы.

В какой-то момент времени геологи поняли, что стоит детализировать описание пород: нарезали слои на фрагменты по изображениям с шагом до 1 метра и сделали для таких изображений экспертную разметку (разметка делалась несколькими экспертами, мнение которых могло не совпадать друг с другом).

Недавно геологи задумались о том, что можно размечать изображения керна с большей точностью, что позволит создавать более точные модели пластов.

1. Цели работы

Целью данной работы является получение описания керна на основе выборки фотографий. Описание должно включать в себя:

- Тип породы с точностью до 20 см.
- Карбонатность с точностью до 10 см.
- Нефтенасыщенность с точностью до 10 см.
- Разрушенность с точностью до 5 см.

Также целью работы является написание удобной для пользователя обёртки над полученным решением для последующего использования.

2. Постановка задачи

Для достижения приведённых целей были поставлены следующие задачи:

- Произвести разведочный анализ предоставленных данных
- Ознакомиться с возможными решениями
- Реализовать решения и найти лучшие
- Сравнить результаты с уже имеющимися у заказчика
- Создать оболочку для удобного использования решения

3. Исходные данные

В качестве исходных данных были предоставлены фотографии кер-на и те же самые фотографии керна, но в ультрафиолетовом освещении (Рис. 3).

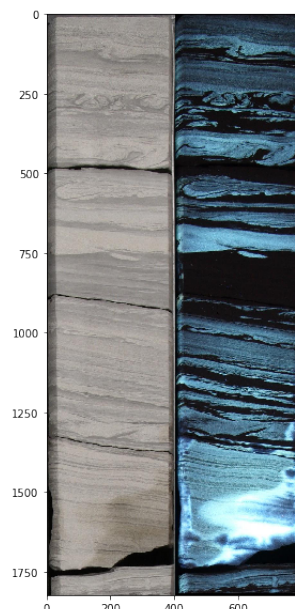


Рис. 3: Пример из исходных данных. Слева — фото керна, справа — фото того же керна, но в УФ.

К фотографиям была предоставлена таблица (Таблица 1) с описанием каждой фотографии. Нам необходимо предсказывать последние 4 параметра — Rock (тип породы), Carbonate (карбонатность), Ruin (разрушенность), Saturation (нефтенасыщенность). Как было сообщено заказчиком, тестовая выборка будет состоять из фотографий и таблицы с двумя полями: PhotoTop, PhotoDown. Таким образом, избавимся от ненужных записей и получим таблицу (Таблица 2).

	0	1
Folder	Unload1	Unload1
Id	1000000	1000001
Field	Field6	Field6
Well	Well11	Well11
CoringTop	1957.1	1957.1
CoringDown	1963.1	1963.1
CoringTopBind	1958.3	1958.3
CoringDownBind	1964.3	1964.3
CoreRecovery	5.93	5.93
PhotoTop	0	0
PhotoDown	1	1
PhotoType	ДС	УФ
LayerTop	0	0
LayerDown	1.45	1.45
Rock	песчаник	песчаник
Carbonate	не карбонатный	не карбонатный
Ruin	не разрушен	не разрушен
Saturation	нефтенасыщенные	нефтенасыщенные

Таблица 1: Пример из таблицы исходных данных. Предоставлена информация о первых двух записях — один и тот же керн, обычная фотография и фотография в УФ.

4. Решение

4.1. Обзор вариантов

Заключение

	0	1
Id	1000000	1000001
PhotoTop	0	0
PhotoDown	1	1
Rock	песчаник	песчаник
Carbonate	не карбонатный	не карбонатный
Ruin	не разрушен	не разрушен
Saturation	нефтенасыщенные	нефтенасыщенные

Таблица 2: Таблица после удаления ненужных столбцов.

Список литературы

- [1] Кузнецова Г.П. Методические приемы привязки керна к геофизическим исследованиям // ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (Москва, Россия). — 2017. — URL: <http://www.neftegas.info/upload/iblock/aa8/aa814f1cd80c9dcd1301e0070462cbf5.pdf> (дата обращения: 19.12.2019).
- [2] Недоливко Н.М. Исследование керна нефтегазовых скважин // Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 2-е изд. — 2016. — URL: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/n/NEDOLIVKO/disc1/Tab2/Practicum_G12.pdf (дата обращения: 19.12.2019).