Пять скважин: какие пять?

Как планировать мелкое стратиграфическое бурение, когда скважин мало: какие точки бурить, что их керн сможет датировать и что меняют первые керны.

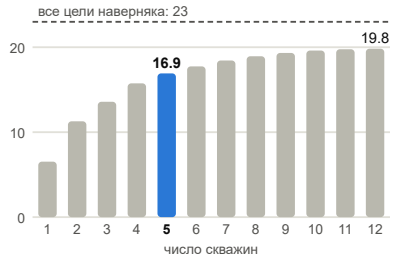
КАМПАНИЯ, КОТОРАЯ ЗА ЭТИМ СТОИТ

10 скважин
300 м керна
13 стратиграфических подразделений

Где более древние подразделения выходят под дно, короткие скважины с отбором керна дают первые прямые данные о нефтематеринских породах, коллекторах и покрышках в бассейне без скважин, за годы до первой поисковой скважины. Моя роль как геолога: планирование и сопровождение первого мелкого стратиграфического бурения на российском арктическом шельфе (Malyshev et al., 2023, я соавтор статьи). Кампанию планировали на пять скважин, а пробурили десять за один сезон. Я снялся в документальном фильме Discovery Channel об этой арктической буровой кампании.

ТРИ ВЫВОДА НА ВЫДУМАННОМ ПРИМЕРЕ

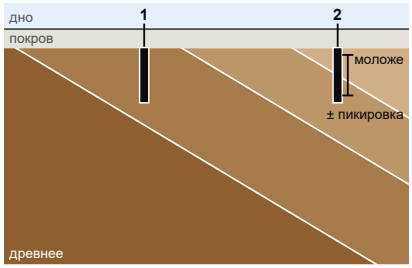
А Почему не остановиться на пяти: что даёт каждая следующая



Пять скважин из двенадцати точек берут 85 % того, что дали бы все двенадцать, а нефтематеринская толща и одна ключевая граница всё ещё держатся на одной скважине. Меньше скважин здесь не цель: нужен керн, а в дефиците погодное окно, поэтому каждая лишняя скважина в тот же сезон даёт ещё одну попытку.

> **Реальная кампания:** точки делились на основные и резервные; резервная скважина, пробуренная в штормовую стоянку судна, вскрыла то же подразделение, что и одна из основных.

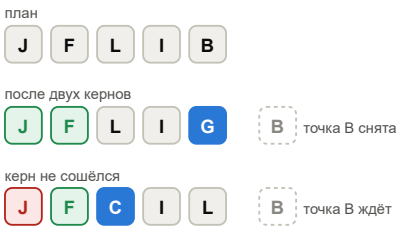
Б Слабое звено: датировка, а не керн



Керном взяты около шести целевых подразделений из семи, а датировано меньше трёх границ из шести. Граница датирована, только если скважина дала керн, керн пересёк границу и порода по обе стороны дала возраст. Керн в середину подразделения надёжен и при грубой пикировке; керн через границу ценнее, но требует точной.

> **Реальная кампания:** определения по керну сдвинули две границы на сейсмике; в скважине SSD 23 макрофауны нет, возраст дан по палинологии.

В Первые керны меняют план



Если керн сходится с пикировкой по сейсмике, положение его горизонта в остальных точках сужается, а оставшиеся скважины выбираются заново. Здесь меняется пятая, главным образом потому, что первая скважина уже дала то, ради чего планировался её дублёр. Если увязка не подтвердилась, точки на этом горизонте придержаны, пока его не перепикируют.

> **Реальная кампания:** следующие точки корректировали по сейсмике, снятой во время бурения, а не по керну; первые результаты удревняют разрез против базовой модели.

ГДЕ ВСТАЁТ БЛИЗКИЙ ВОПРОС

- **Интервалы отбора керна в поисковой или оценочной скважине:** середина цели или через её кровлю, когда глубина кровли снята с сейсмики с ошибкой.
- **Мелкие скважины с керном у обнажений, в терригенных и карбонатных разрезах:** скважины, увязанные с обнажениями девона на севере Саудовской Аравии (Breuer et al., 2015), и керн длиной 50 м у обнажения юрских карбонатов в центре страны (Ramdani et al., 2022, набор данных по керну).
- **Стратиграфическое бурение геологических служб:** несколько скважин на кампанию, точки выбирают сразу по нескольким критериям, как в австралийской National Drilling Initiative (MinEx CRC).

ПРОВЕРЕНО

На странице 49 проверок, все проходят: 17 против ручного счёта, 32 против независимого расчёта на двух миллионах случайных розыгрышей. Они проверяют арифметику, а не геологию.

ССЫЛКИ

Страница: maxim-balaguroff.github.io/how-sure
Статья: doi:10.2113/RGG20224459
Код и DOI: github.com/maxim-balaguroff/how-sure, doi:10.5281/zenodo.24242389

Сделано с помощью ИИ; геология и проверки мои. Пример выдуман; данных съёмок и скважин нет. CC BY 4.0

Максим Балагуров, геолог-нефтяник