

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2023.4.53-63>

EDN CYNBAF

УДК 553.98(571.1)

**Прогнозирование зон развития аккреционного комплекса меандрирующих рек в разрезе пласта ПК<sub>1</sub> Харампурского месторождения**

<sup>1</sup>Кузив К.Б., <sup>2</sup>Александров А.А.

<sup>1</sup>ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

<sup>2</sup>ООО «Харампурнефтегаз», Тюмень, Россия

**Forecasting the distribution zones of the accretionary complex of meandering rivers in the section of the PK1 formation of the Kharampu deposit**

<sup>1</sup>K.B. Kuziv, <sup>2</sup>A.A. Alexandrov

<sup>1</sup>Tyumen petroleum research center LLC, Tyumen, Russia

<sup>2</sup>Kharampurneftegaz LLC, Tyumen, Russia

**E-mail: Kbkuziv@tnc.rosneft.ru**

**Аннотация.** Сеноманские отложения севера Западно-Сибирской плиты являются важными объектами для газовой промышленности, и эффективная разработка в этих отложениях требует предварительного анализа и определения потенциальных рисков. Накопленный опыт разработки рассматриваемых отложений определено, что наибольшей опасностью для разработки залежи на первых этапах представляет раннее выбитие скважин, вызываемое неравномерным, локальным подъёмом газоводяного контакта (ГВК), связанное с литологической неоднородностью и наличием газоводяных «окон слияния» в зоне контакта.

В статье представлены результаты исследований, включающих сбор и анализ данных о геологической структуре объекта ПК<sub>1</sub> Харампурского месторождения, литологических свойствах пласта и фациальная характеристика разреза продуктивного пласта. Применены методы прогнозирования и моделирования, определяющие зоны риска появления окон слияния в аккреционных комплексах меандрирующих рек.

Полученные результаты могут быть использованы в процессе принятия решений при проектировании скважин, а их учёт позволит уменьшить риски раннего выбытия скважин, связанных с развитием аккреционного комплекса рек.

**Материалы и методы.** Результаты геофизических и сейсмических исследований. Электрофациальный анализ. Анализ зависимости линейных аномалий сейсмического разреза с фактическими данными по скважинам. Прогнозирование зон развития русел.

**Ключевые слова:** *Западная Сибирь, продуктивные сеноманские отложения, покурская свита, риски при бурении, фациальная модель, газовая залежь*

**Для цитирования:** Кузив К.Б., Александров А.А. Прогнозирование зон развития аккреционного комплекса меандрирующих рек в разрезе пласта ПК1 Харампурского месторождения // Нефтяная провинция.-2023.-№4(36).-С. 53-63. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2023.4.53-63>. - EDN CYNBAF

**Abstract.** The Cenomanian deposits of the north of the West Siberian Plate are important targets for the gas industry, and effective development in these deposits requires preliminary analysis and identification of potential risks. The accumulated experience in the development of the deposits under consideration has determined that the greatest danger for the development of the deposit at the first stages is the early abandonment of wells caused by uneven, local rise of the gas-water contact (GWC), associated with lithological heterogeneity and the presence of gas-water "merge windows" in the contact zone.

The article presents the results of studies, including the collection and analysis of data on the geological structure of the PK1 object of the Kharampur field, the lithological properties of the formation, and the facies characteristics of the section of the productive formation. Methods of forecasting and modeling are applied, which determine the risk zones for the appearance of confluence windows in the accretionary complexes of meandering rivers.

The results obtained can be used in the decision-making process when designing wells, and taking them into account will reduce the risks of early retirement of wells associated with the development of the accretionary complex of rivers.

**Materials and methods.** Results of geophysical and seismic studies. Electrofacial analysis. Analysis of the dependence of linear anomalies of the seismic section with actual data on wells. Forecasting zones of riverbed development.

**Keywords:** *Western Siberia, productive Cenomanian deposits, Pokurskaya suite, drilling risks, facies model, gas deposit*

**For citation:** K.B. Kuziv, A.A. Alexandrov Prognostirovaniye zon razvitiya akkretsiionnogo kompleksa meandriruyushchikh rek v razreze plasta PK1 Kharampurskogo mestorozhdeniya [Forecasting the distribution zones of the accretionary complex of meandering rivers in the section of the PK1 formation of the Kharampu deposit]. Neftyanaya Provintsiya, No. 4(36), 2023. pp. 53-63. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2023.4.53-63>. EDN CYNBAF (in Russian)

## **Введение**

Сеноманские отложения севера Западно-Сибирской плиты традиционно являются объектом пристального внимания геологов-нефтяников. Газонасыщенная толща, приуроченная к песчано-алевролитовому пласту ПК<sub>1</sub>, неоднородна по составу и представлена песчаниками, а также алевролитами с прослоями аргиллитов, которые не образуют сплошных непроницаемых разделов (перемычек). Опыт разработки «водоплавающих» сеноманских залежей позволил исследователям установить их общие черты, к которым относится неравномерный, локальный подъем ГВК, связанный с литологической неоднородностью и наличием «окон слияния» в зоне контакта [1,2]. В настоящий момент актуальным является построение детальной геологической модели, прогнозирующей изменчивость отложений пласта ПК<sub>1</sub>, для определения рисков, связанных с особенностями подъема ГВК и ранним притоком воды в добывающую скважину при эксплуатации.

## **Прогнозирование зон развития аккреционного комплекса мандрирующих рек в разрезе пласта ПК<sub>1</sub>**

Харампурское нефтегазоконденсатное месторождение, расположенное на территории Пуровского и Красноселькупского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, является уникальным по начальным геологическим запасам газа. Продуктивный разрез месторождения прослеживается в широком стратиграфическом диапазоне от сеномана до верхних пластов Тюменской свиты юрского возраста. Объектом детального изучения в данной работе являются осадочные отложения пласта ПК<sub>1</sub> входящего в сеноманский комплекс.

Рассматриваемые отложения формировались преимущественно в условиях низменной прибрежной равнины, характеризующейся частой сменой фациальных обстановок осадконакопления (Рис. 1). Образование осадков на изучаемой территории осложнялось развитием речных дельт.

Осадочные тела были образованы во разнообразных фациальных условиях — русла, поймы, озера и болота.

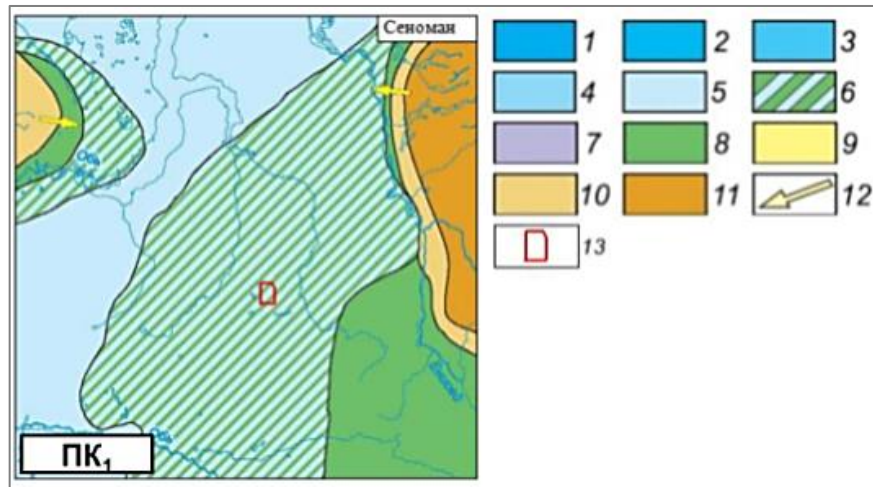


Рис. 1. Фрагмент схемы палеогеографического районирования Западной Сибири [3]

На рис. 1, области морского осадконакопления: 1 – море мелкое 100 – 200 м., 2 – море мелкое, 35-100 м.; области переходного осадконакопления: 3 – равнина прибрежная, временами заливаемая морем (осадки пойменные, озерно-болотные, русловые, дельтовые, береговых баров, пляжевые); области континентального осадконакопления: 4 – равнина низменная аккумулятивная, 5 – равнина денудационно-аккумулятивная; области размыва: 6 – равнина возвышенная (денудационная суша), 7 – горы низкие, 8 – главные направления сноса обломочного материала; 9 – Харампурский лицензионный участок.

По результатам региональных исследований, за модель формирования пласта ПК<sub>1</sub> в районе работ принимаем модель приливно отливной равнины, включающей в себя приливную зону, переходную зону, и континентальную, с влиянием приливно-отливных каналов.

Керновые исследования подтверждают предположения, открывая петрофизические разности, с характерной для условий от прибрежно-морского до континентального слоистостью и текстурой. Так, В интервале пласта выделены три циклита ПК<sub>1</sub><sup>1</sup>, ПК<sub>1</sub><sup>2</sup>, ПК<sub>1</sub><sup>3-5</sup>. В первом циклите разреза пласта ПК<sub>1</sub> выделяется прибрежно-морской комплекс фаций, представлен-

ный в основном барами, лагунами. Переходная зона (прибрежно-континентальный тип отложений цикла ПК<sub>1</sub><sup>2</sup>) представлена приливно-отливными каналами, барами, лагунами, заливами. Континентальный комплекс отложений характерен для отложений пачек ПК<sub>1</sub><sup>3-5</sup>, и представлен он в основном аккреционными комплексами меандрирующих рек: русла, пески разлива, косы, а так же береговые бары, поймы (Рис. 2).

Геофизические исследования скважин подтверждают выделение фациальных обстановок с точки зрения электрофациального анализа [4].

Таким образом, основные песчаные тела (мощность 15-25 метров при общей мощности пласта 30 метров) имеют русловой генезис меандрирующих рек, и относятся к нижней части пласта (цикл ПК<sub>1</sub><sup>3-5</sup>).



Рис. 2. Этапы определения условий осадконакопления

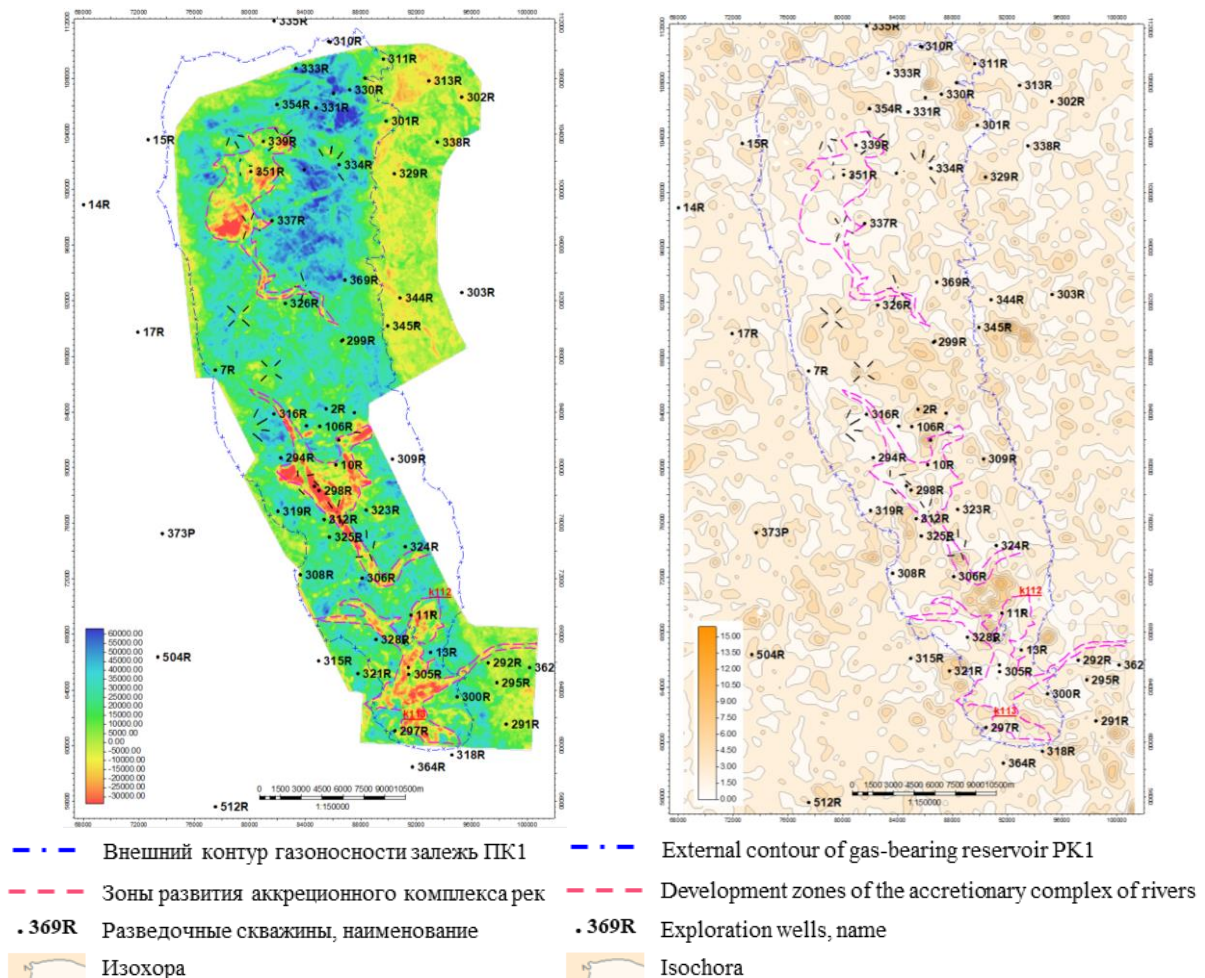
Фация аккреционного комплекса рек, в частности, русла представляют собой в основном породы коллекторы, характеризующиеся высокой пористостью и проницаемостью. Это создает благоприятные условия для перетоков воды с водонасыщенной части пласта в продуктивную часть. Соответственно, высокий риск для раннего прорыва вод в процессе эксплуатации месторождения сопрягаем с фацией аккумулятивного комплекса меандрирующих рек.

Как известно, в процессе разработки месторождения, в частности, при проектировании добывающих скважин, одной из важнейших задач яв-

ляется определение рискованных зон с целью бурения за их пределами, что, в свою очередь, позволяет обеспечить безопасную безводную эксплуатацию скважин.

Для детального изучения разреза пласта и прогноза зон развития меандрирующих рек рассмотрим в связке сейсмические и скважинные данные. Такие зоны обычно характеризуются повышением доли песчанистости по разрезу пласта и уменьшением общих толщин глинистой перемычки.

В нашей работе результаты сейсмической интерпретации подтверждают зоны развития меандрирующих русел в интервале ПК<sub>1</sub>. На карте сейсмического атрибута выделены линейные аномалии, связанные с развитием меандрирующего пояса (Рис. 3).



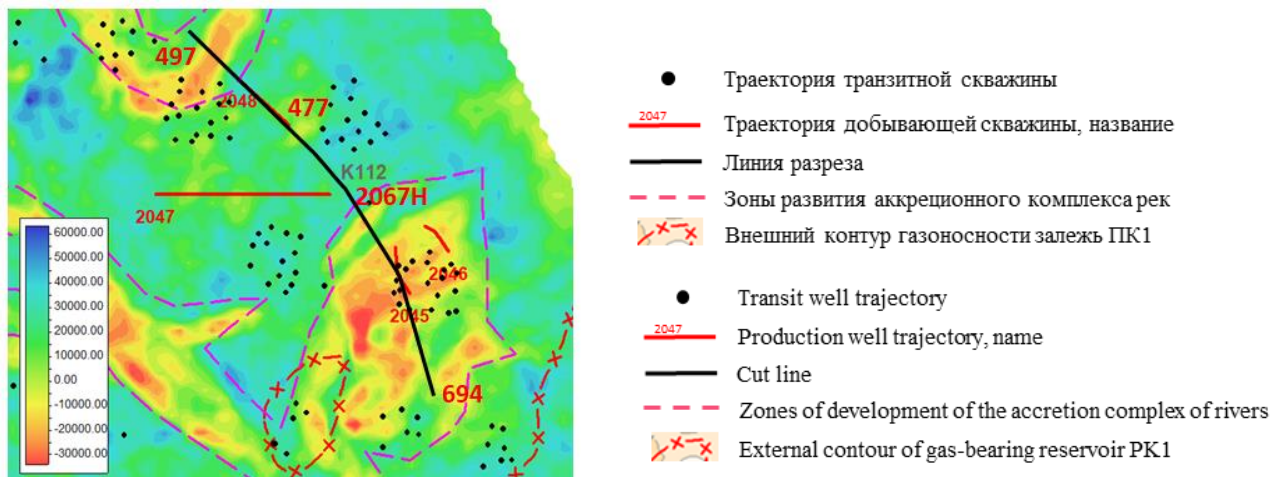
**Рис. 3. Карта сейсмического атрибута «Sum\_of\_amplitude\_shift\_+10\_PK1» и толщин глинистой перемычки между циклитами ПК<sub>1</sub><sup>1+2</sup> и ПК<sub>1</sub><sup>3-5</sup>.**

Контурам выделенных аномалий отчасти соответствуют зоны пониженных общих толщин глинистой перемычки между циклами ПК<sub>1</sub><sup>1+2</sup> и ПК<sub>1</sub><sup>3-5</sup>.

Выдержанная глинистая перемычка мощностью три и более метра, находящаяся между циклитами ПК<sub>1</sub><sup>1+2</sup> и ПК<sub>1</sub><sup>3-5</sup>, способна препятствовать прорыву воды из подстилающих высокопесчаных комплексов пород, а малая толщина перемычки мощностью до двух метров – говорит о возможном риске прорыва воды и преждевременном обводнении.

На приведенном сейсмическом разрезе через выделенные зоны (А,В), и на соответствующей схеме корреляции (С) можно наблюдать отчетливую амплитудную аномалию в анализируемом районе, являющейся по данным электрометрии фацией меандрирующего русла (аккреционный комплекс, косы) [4] (Рис. 4).

Таким образом, районы развития аккреционных комплексов рек, выделенные по сейсмическим данным, подтверждаются скважинными данными.



А)

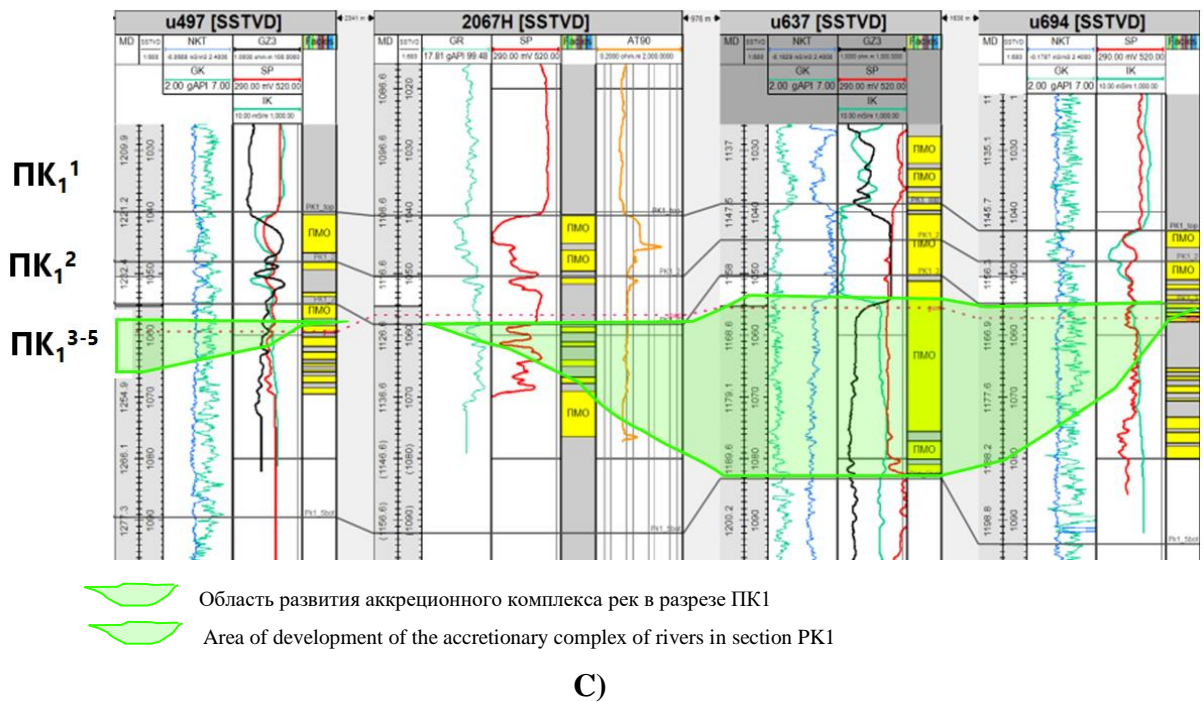
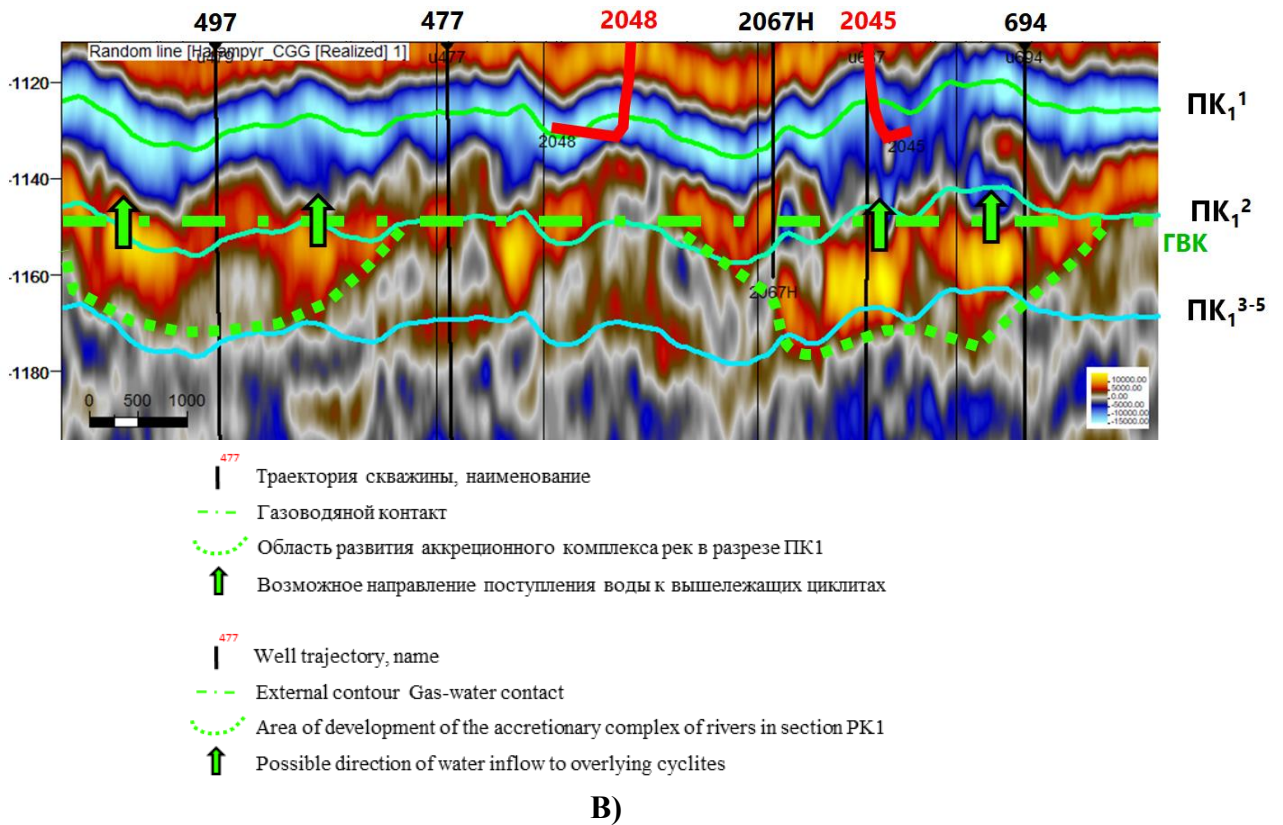
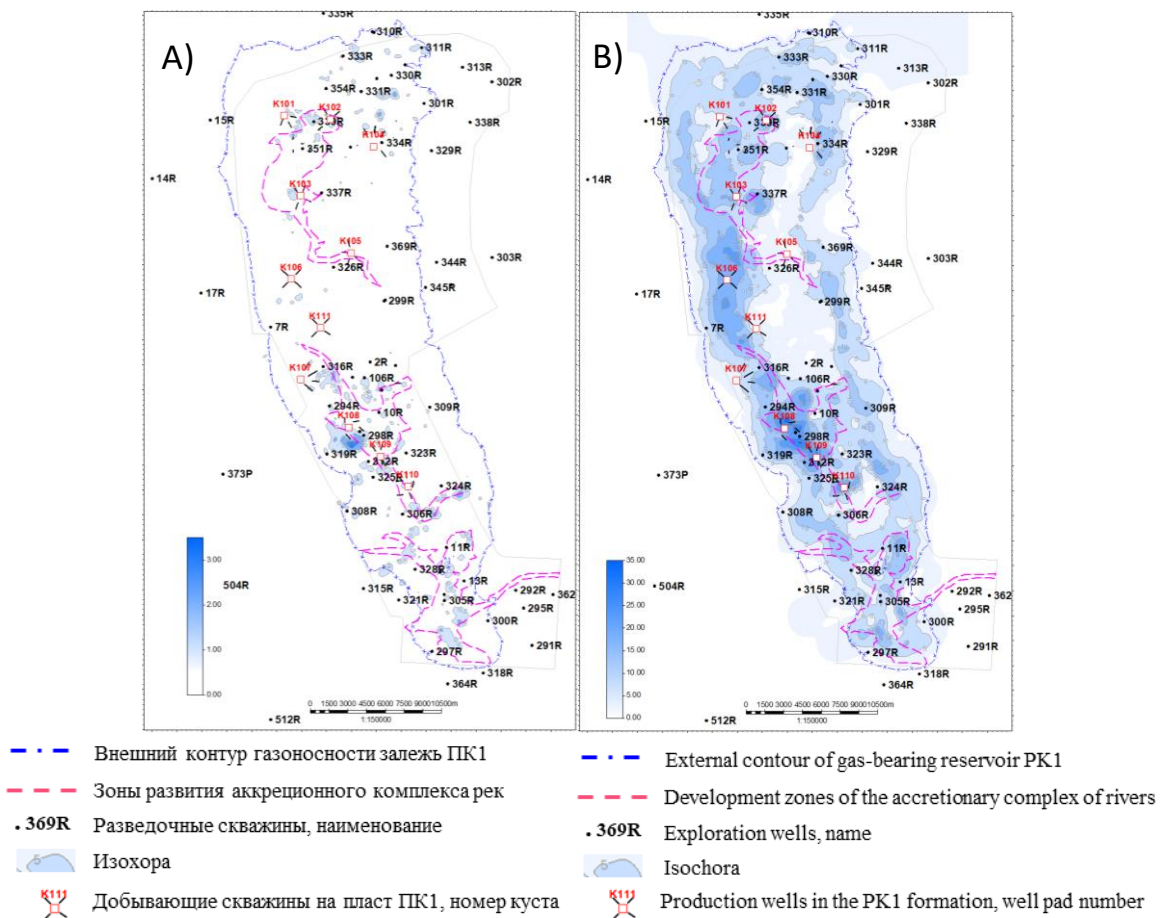


Рис.4. Фрагмент сейсмического атрибута «Sum\_of\_amplitude\_shift\_+10\_PK1» с нанесенной линией разреза (A);композитный разрез по линии (B) схема корреляции (C)



Прямым подтверждением нарастающего риска преждевременного выбытия скважин по причине раннего обводнения являются результаты эксплуатации объекта ПК1. Спустя год разработки, при равномерной выработке, наблюдаем более интенсивный подъем уровня ГВК в зонах, соответствующим выявленным зонам развития аккреционного комплекса рек, особенно в районах кустов 108, 109. Здесь глинистая перемычка между циклитами ПК<sub>1</sub><sup>1+2</sup> и ПК<sub>1</sub><sup>3-5</sup> характеризуется прерывистым распространением, отчасти отсутствует, а общая мощность в среднем составляет 1,7 метра.

Актуальный прогноз поднятия уровня воды на 2054 год, выполненный на гидродинамической модели, отображает динамику «обводнения» выделенных зон. В районах кустов 108, 109 подъем ГВК достигает максимальных значений, при относительно равномерном расположении скважин действующего эксплуатационного фонда. (Рис. 5).



**Рис. 5. Карты подъёма ГВК фактическая на 01.07.2023 (А) и прогнозная 01.01.2054 (В).**

Прогнозные зоны риска могут быть использованы в обосновании системы разработки пласта ПК1 Харампурского месторождения как ограничивающий фактор для проектирования эксплуатационных скважин и продуктивных стволов, а также позволит учесть геологические особенности (в частности, неоднородности продуктивного разреза) при подборе режимов существующих скважин.

### **Выводы**

На основе региональных исследований сеноманских отложений на территории севера Западной Сибири установлены общие закономерности, и особенности связанные с продуктивным газовым комплексом покурской свиты. Детальные исследования разрабатываемых объектов позволяют комплексно подойти к анализу геологической неоднородности и построить детальную геологическую модель, прогнозирующую изменчивость отложений пласта ПК1.

Важным результатом исследования является определение зон развития аккреционного комплекса меандрирующих рек, включающих главным образом русла, песчаные косы, береговые бары. Полученный прогноз может быть полезен для безопасной эксплуатации месторождений на основе более точного определения рисков, связанных с развитием русел в разрезах газонасыщенных пластов. Дальнейшие исследования могут помочь оптимизировать процессы разработки и управления подземными запасами в данном регионе.

### **Список литературы**

1. Лаптева Е.Ю., Губа А.В., Невоструев Э.Г. Отображение строения сеноманской газовой залежи на сейсмических разрезах (на примере ЯНАО) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2011. №6. С. 44–49.
2. Кременчуцкая Е.В., Юмшанов В.Н., Фролов А.А. Методика определения наиболее вероятной геологической модели залежи природного газа (на примере сеноманской залежи Юбилейного месторождения) // Международная молодежная научная конференция «Севергеоэкотех-2012», секция 5, сборник. г.Ухта, 2012. С. 23–26.

3. Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков Ю.Н и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде // Геология и геофизика. 2014. Т. 55, № 5–6. С. 745–776. <https://doi.org/10.15372/GiG20140504>
4. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа // М: Недра, 1984. 260 с.

### References

1. Lapteva E.Y., Guba A.V., Nevostruev E.G. Displaying the structure of the Cenomanian gas deposit on seismic sections (on the example of the YNAO) // Geology, geophysics and development of oil and gas fields, 2011. No. 6. pp. 44–49. (in Russian)
2. Kremenchukskaya E.V., Yumshanov V.N., Frolov A.A. Methodology for determining the most probable geological model of a natural gas deposit (on the example of the Cenomanian deposit of the Yubileinoe field) // International Youth Scientific Conference "Severgeokotekh-2012", section 5, collection. Ukhta, 2012, pp. 23–26. (in Russian)
3. Kontorovich A.E., Ershov S.V., Kazanenkov nY.N., et al., Paleogeography of the West Siberian Sedimentary Basin in the Cretaceous // Geol. 2014. V. 55, No. 5–6. pp. 745–776. <https://doi.org/10.15372/GiG20140504> (in Russian)
4. Muromtsev V.S. Electrometric geology of sand bodies - lithological traps of oil and gas // М: Nedra, 1984. 260 p. (in Russian)

### Сведения об авторах

*Кузив Ксения Богдановна*, ведущий специалист УГРМ Востока ЯНАО, ООО «Тюменский нефтяной научный центр  
Россия, 625002, Тюмень, ул. Осипенко, 79/1  
E-mail: Kbkuziv@tnnc.rosneft.ru

*Александров Александр Александрович*, начальник отдела интегрированного моделирования управления разработки месторождений, ООО «Харампурнефтегаз»  
Россия, 625002, Тюмень, ул. Осипенко, 79/1  
E-mail: AleksandrovAA@kharampurneftegaz.ru

### Authors

*K.B. Kuziv*, leading specialist UGRM of the East of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Tyumen petroleum research center LLC  
79/1, Osipenko st., Tyumen, 625002, Russian Federation  
E-mail: Kbkuziv@tnnc.rosneft.ru

*A.A. Alexandrov*, Head of Integrated Modeling Department of Field Development Management, "Kharampurneftegaz" LLC  
79/1, Osipenko st., Tyumen, 625002, Russian Federation  
E-mail: AleksandrovAA@kharampurneftegaz.ru

*Статья поступила в редакцию 25.08.2023  
Принята к публикации 20.12.2023  
Опубликована 30.12.2023*