



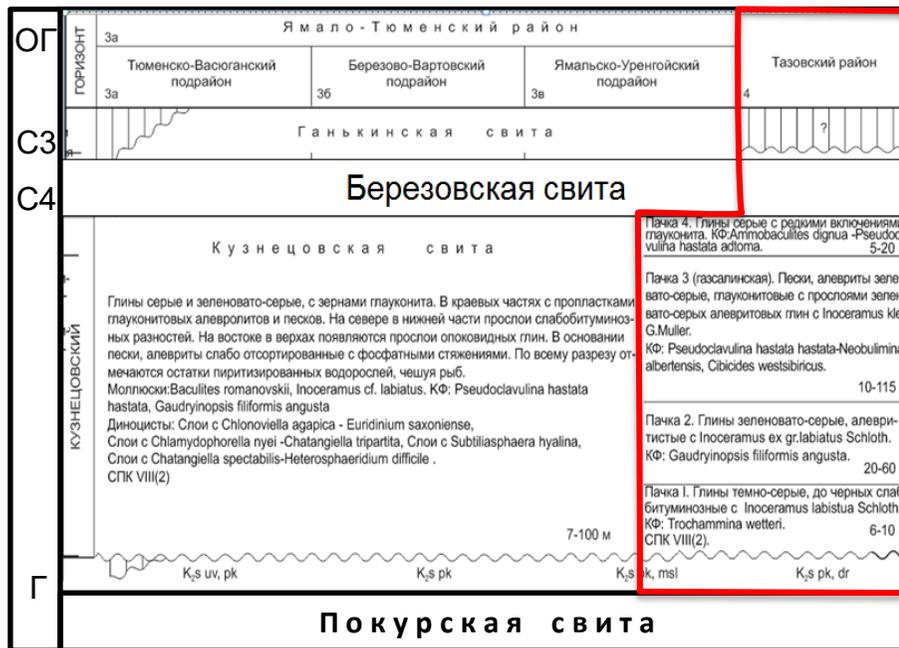
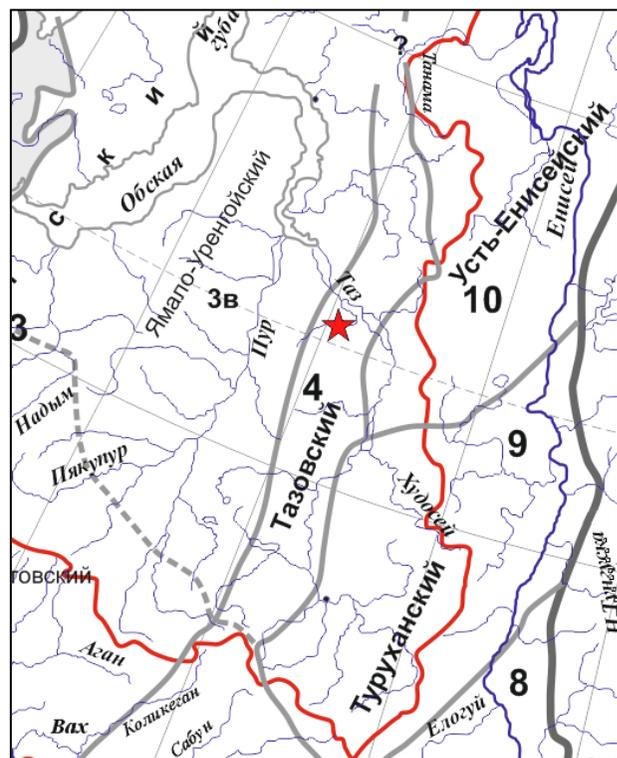
## **Использование ихнофациального анализа керна для локализации перспективных зон в отложениях турона (Русское месторождение, Западная Сибирь)**

**Потапова А.С.\*, Кудаманов А.И., Ярунова Н.К., Студнев Е.А.  
ООО «Тюменский нефтяной научный центр»  
Андрющенко С.С.  
АО «Тюменьнефтегаз»**

XIX научно-практическая конференция «Геология и разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами»  
г. Анапа, 24-26 сентября)



## Фрагмент схемы структурно-фациального районирования верхнего мела



Пачка 4. Глины серые с редкими включениями глауконита. КФ: *Ammobaculites dignua* - *Pseudoclavulina hastata adtoma*. 5-20 м

Пачка 3 (разсалинская). Пески, алевроиты зелено-вато-серые, глауконитовые с прослоями зелено-вато-серых алевроитовых глин с *Inoceramus klein* G.Muller. КФ: *Pseudoclavulina hastata hastata*-*Neobulimina albertensis*, *Cibicides westsibiricus*. 10-115 м

Пачка 2. Глины зеленовато-серые, алевроитистые с *Inoceramus ex gr.labiatus* Schloth. КФ: *Gaudryinopsis filiformis angusta*. 20-60 м

Пачка 1. Глины темно-серые, до черных слабо битуминозные с *Inoceramus labistua* Schloth. КФ: *Trochammina wetteri*. СПК VIII(2). 6-10 м

К<sub>2</sub>s uv, pk      К<sub>2</sub>s pk      К<sub>2</sub>s k, msl      К<sub>2</sub>s pk, dr

- Район исследования расположен в Тазовском лито-фациальном районе
- Возраст отложений - верхний мел. Приурочены к верхней части кузнецовской свиты, пачка №3



## Цель и задачи

### Цель

Повышение эффективности бурения: прогноз зон развития пород с улучшенными ФЕС

### Задачи

- ✓ Описание керна с выделением фаций
- ✓ Уточнение стратиграфических границ с помощью результатов седиментологического анализа керна, микро- и макрофаунистического анализа
- ✓ Формирование концептуальной модели осадконакопления
- ✓ Построение схем фаций по пластам группы Т для прогноза перспективных зон для бурения

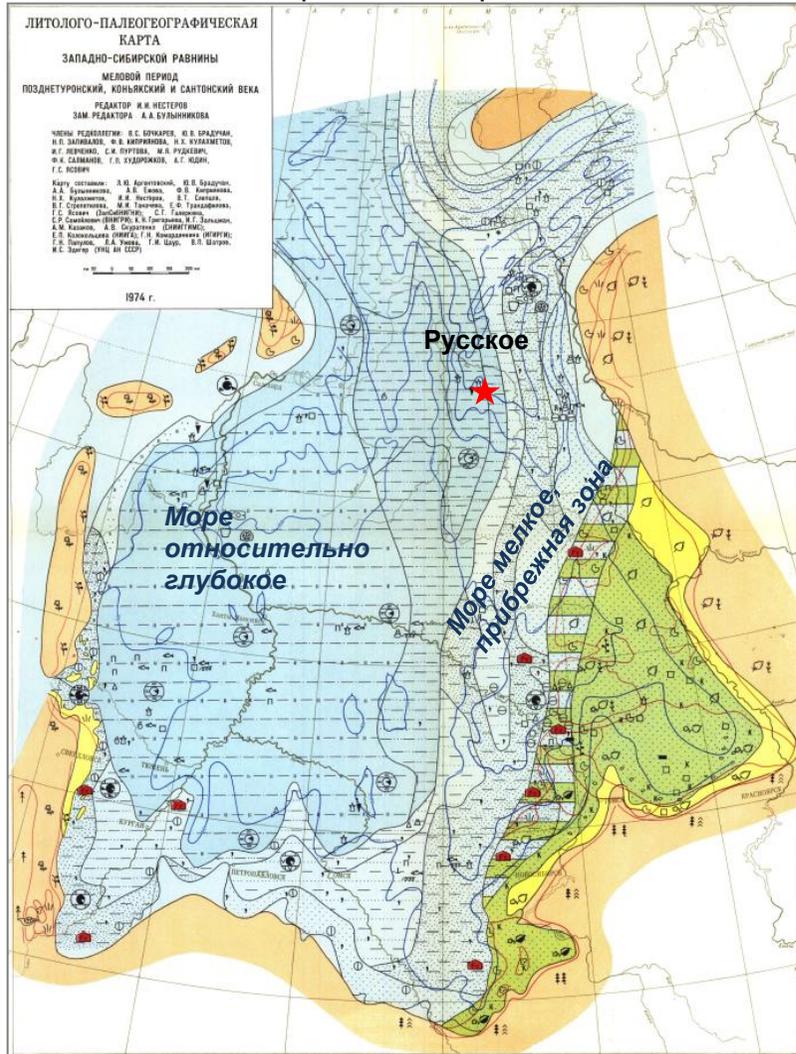




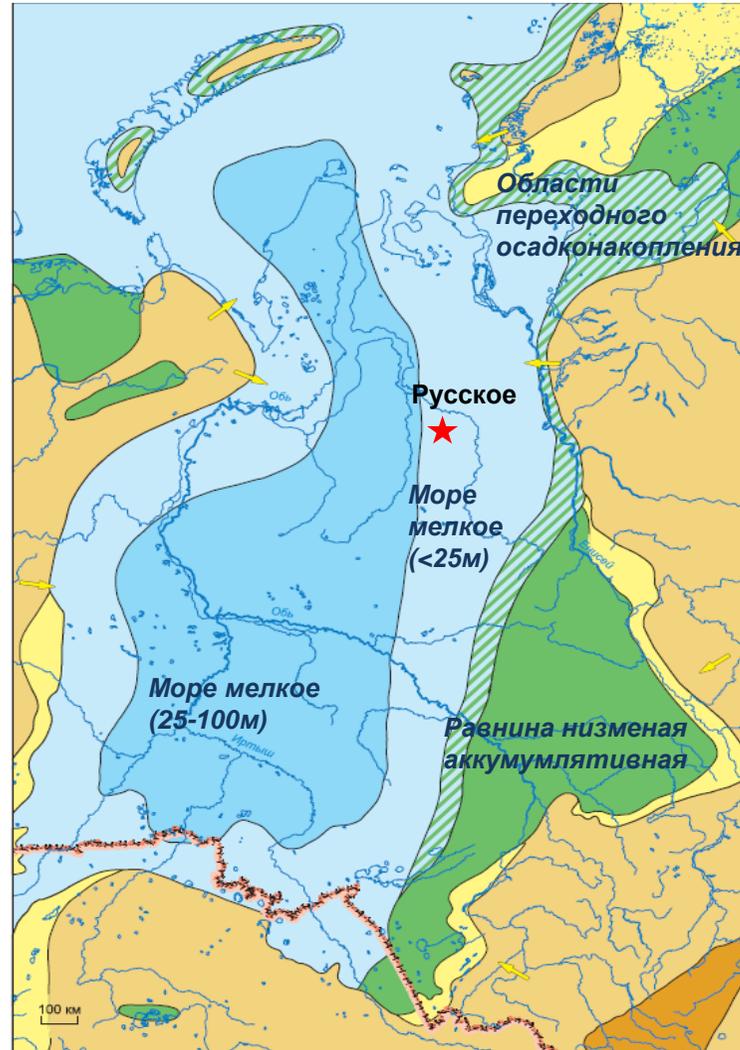
# Региональные особенности осадконакопления. Палеогеография

## Палеогеографическая схема Западной Сибири.

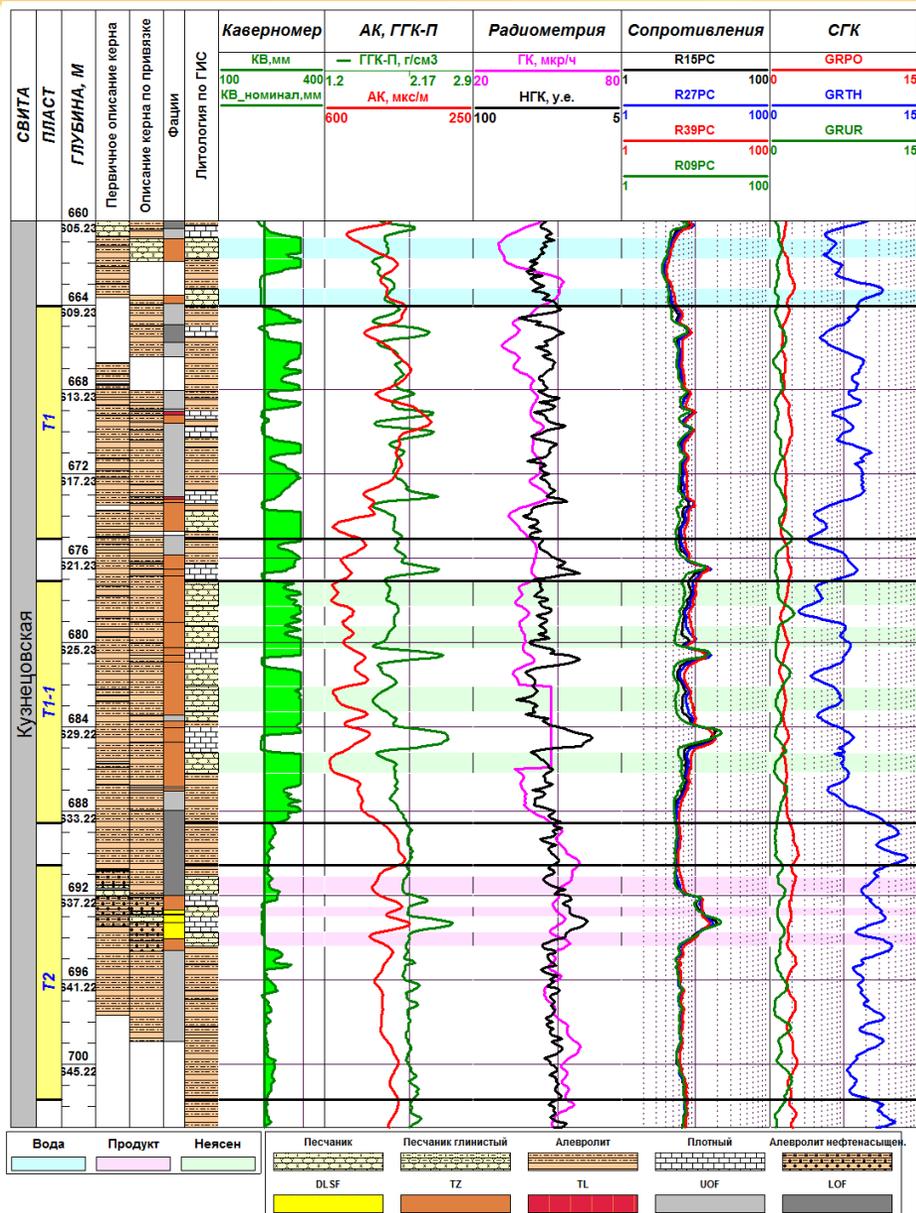
Позднетуронский, коньякский и сантонский века  
Нестеров И.И. и др, 1974 г.



## Палеогеографическая схема Западной Сибири. Средний-поздний турон Конторович А.Э. и др, 2014 г.



- Во время формирования газсалинской пачки на территории Русского месторождения существовала зона относительно мелкого моря (до 25м)
- Отложения накапливались в условиях постепенной регрессии
- Поступление обломочного материала происходило преимущественно с восточной части



Сложность в однозначной интерпретации данных ГИС обусловлена:

- Наличием разнозернистых прослоев
- Отсутствием выраженной слоистости (наличие смеси алевролитов и глин в разных пропорциях)
- Наличием неконсолидированных пород
- Отсутствием качественных признаков коллекторов
- Сокращенным комплексом ГИС
- Отбраковкой части скважин старого фонда



Атрибут / интервал	T2
Амплитуда	-0.13
Огибающая сигнала	-0.16
Мгновенная частота	0.13
Мгновенная фаза	0.13
Квадратура	0.25
Доминантная частота	0.03
Среднеквадратичная амплитуда	-0.2
Косинус фаз	-0.05
Затухание	0.08
Коэффициент отражения	-0.19
Градиент трассы	-0.02
Мгновенная ширина полосы пропускания	-0.23
Мгновенный коэффициент качества	0.13
Относительный акустический импеданс	0.36
Sweetness	-0.16
Акустический импеданс	0.31
Сдвиговый импеданс	0.25
Отношение Vp/Vs	-0.12
Плотность	0.17

Пример зависимости «Акустический импеданс» и Нэфф газсалинской пачки (Т)

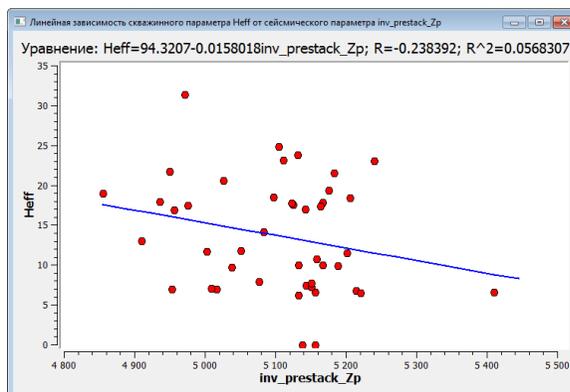
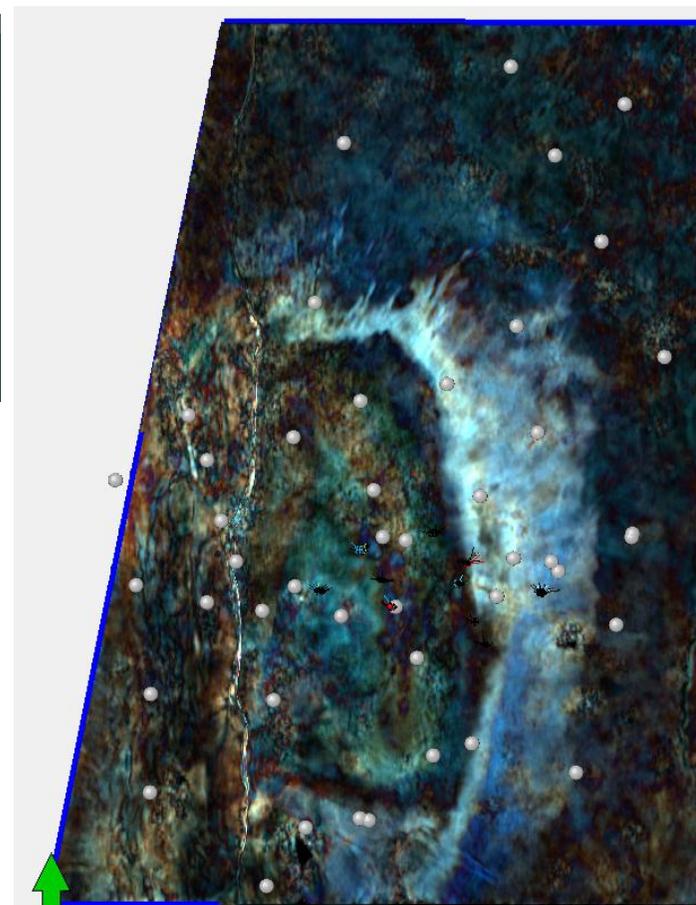


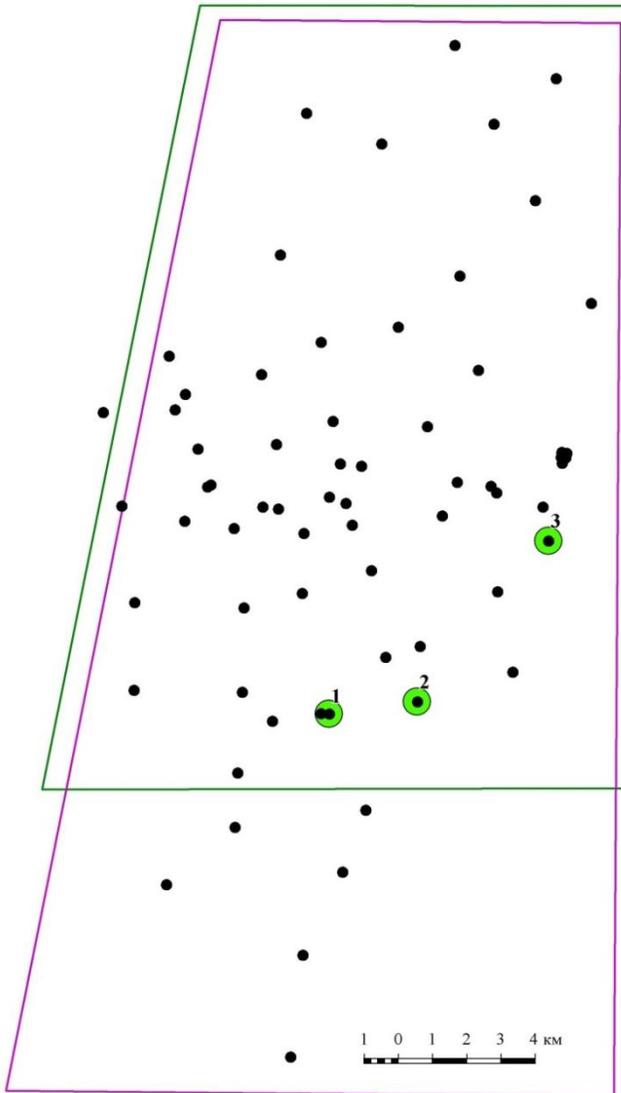
Схема спектральной декомпозиции в интервале ОГ GS\_top+26мс (T2) (окно 2 мс)



- В процессе динамического анализа статистически значимых связей не выявлено. Это связано с тем, что пласты имеют малую Нэфф (1 - 8 м.), а упругие параметры песчаных прослоев близки к глинистым отложениям, что ведет к слабому контрасту в волновом поле
- На схемах спектральной декомпозиции проявляется аномалия, обрамляющая антиклинальную структуру. Связать ее с зонами улучшенных/ухудшенных коллекторов не удалось



Схема расположения скважин с отбором керна



## Проходка и вынос керна

№ скважины	Проходка, м	Вынос, м
1	39	36,9
2	6,4	6,4
3	62	47,7

Кол-во скважин: 3

**Вынос керна: 91 м**

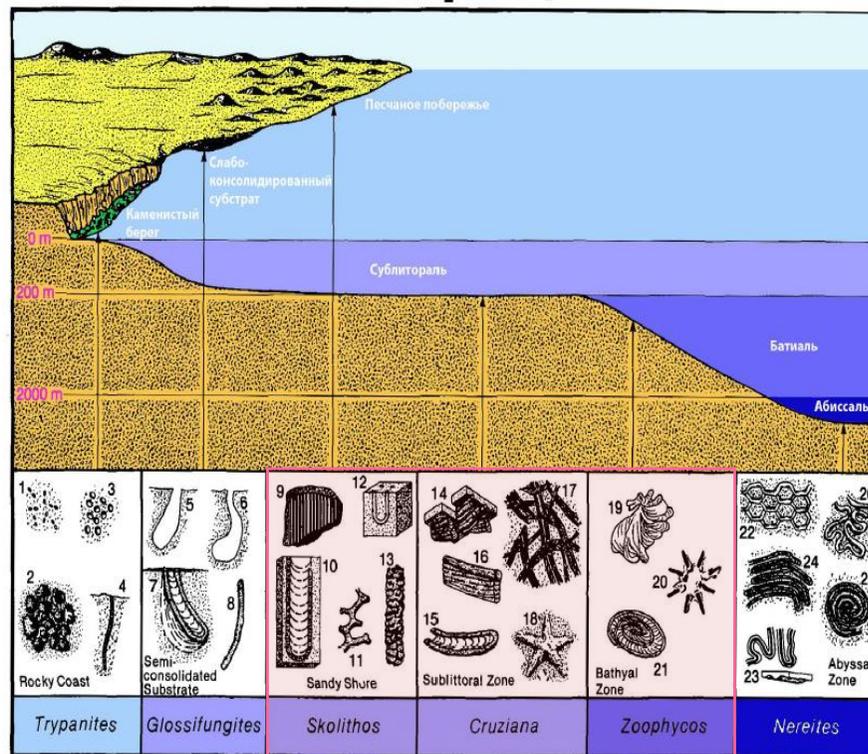
# Ихнофациальный анализ



Индекс биотурбации (BI).  
Характеризует степень биотурбации на основе нарушения первичного напластования  
(Reineck, 1963)

BI	Классификация	Облик породы
0	Биотурбация отсутствует	
1	Спорадические следы	
2	Слабые проявления	
3	Средние проявления	
4	Значительные проявления	
5	Интенсивная биотурбация. Слоистость почти полностью нарушена	
6	Полностью биотурбированная порода, гомогенный осадок	

Закономерности распределения ихнофоссилий согласно палеоэкологической обстановке осадконакопления  
(Seilacher, 1967)



## Распространение ихнородов

Типичные ихнофоссилии: 1) *Caulostrepsis*; 2) *Entobia*; 3) echinoid borings; 4) *Trypanites*; 5) *Teredolites*; 6) ***Thalassinoides***; 7, 8) *Gastrochaenolites* or related genera; 9) ***Diplocraterion*** (*Glossifungites*); 10) ***Skolithos***; 11, 12) *Psilonichnus*; 13) *Macanopsis*; 14) ***Skolithos***; 15) *Diplocraterion*; 16) *Arenicolites*; 17) *Ophiomorpha*; 18) *Phycodes*; 19) *Rhizocorallium*; 20) *Teichichnus*; 21) ***Planolites***; 22) *Asteriacites*; 23) *Zoophycos*; 24) *Lorenzina*; 25) *Zoophycos*; 26) *Paleodictyon*; 27) *Taphrohelminthopsis*; 28) *Helminthoidea*; 29) ***Cosmorhaphe***; 30) *Spirorhaphe*.



Море

Берег

## Ихнофация Zoophycos



**Phycosiphon** – следы питания червеобразных организмов. Обитают в условиях шельфа нормального морского бассейна. Часто образуют ассоциации с Chondrites, Terebelina, Planolites

*Phycosiphon incertum*

Скв. 3 Русская, гл. 773,68 м



**Cosmorhaphе (C)** - структура питания, формируется червеобразными организмами. Дистальная часть ихнофагии Zoophycos. Морские обстановки осадконакопления

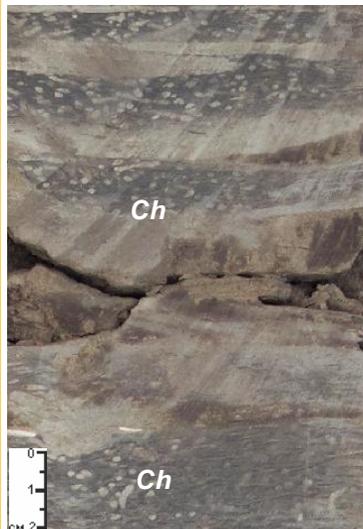
## Ихнофация Cruziana

Скв. 1 Русская, гл. 667,9 м



**Thalassinoides (T)** - жилые камеры или ходы питания ракообразных. Обстановки от нижнего пляжа до дальней зоны подводного берегового склона

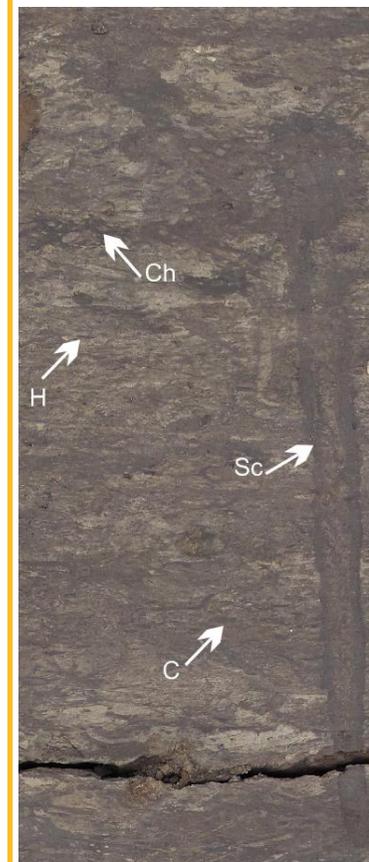
Скв. 1 Русская, гл. 775,8 м



**Chondrites (Ch)** –ходы илоедов, Обычно встречается в условиях морского бассейна. Моновидовые ассоциации указывают на наличие зоны пониженного содержания кислорода

## Ихнофация Skolithos

Скв. 1 Русская, гл. 677,9 м

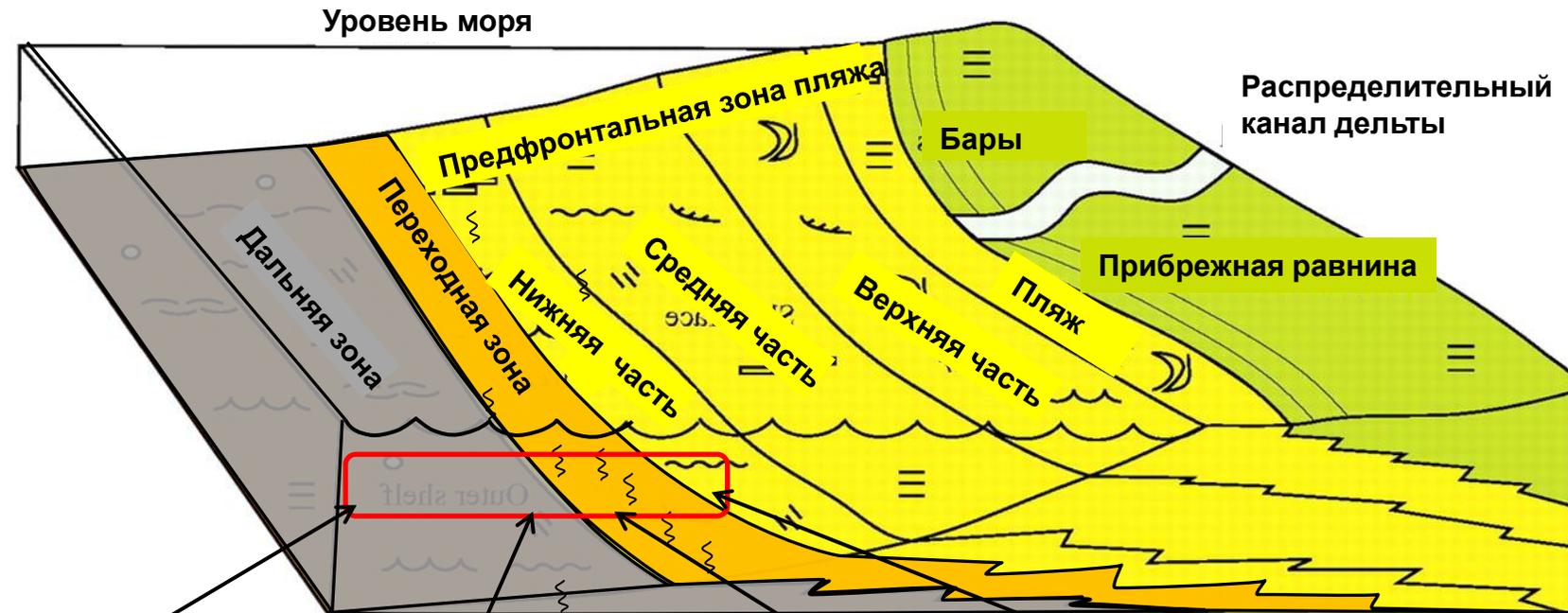


**Skolithos (Sk)** -разные группы организмов, питающиеся взвесью (фильтраторы).. Морские и переходные обстановки осадконакопления

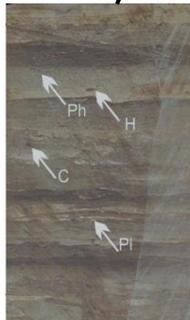
➤ Комплекс ихнофоссилий указывает на формирование отложений в нормальных, мелководно-морских условиях от нижней предфронтальной зоны пляжа до дальней зоны подводного берегового склона



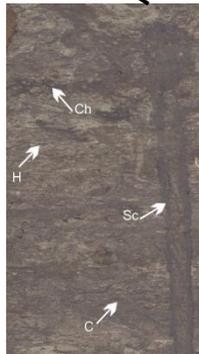
# Концептуальная седиментологическая модель пластов группы Т



Глинистые алевролиты



Алевролиты глинистые с штормовыми песчаниками



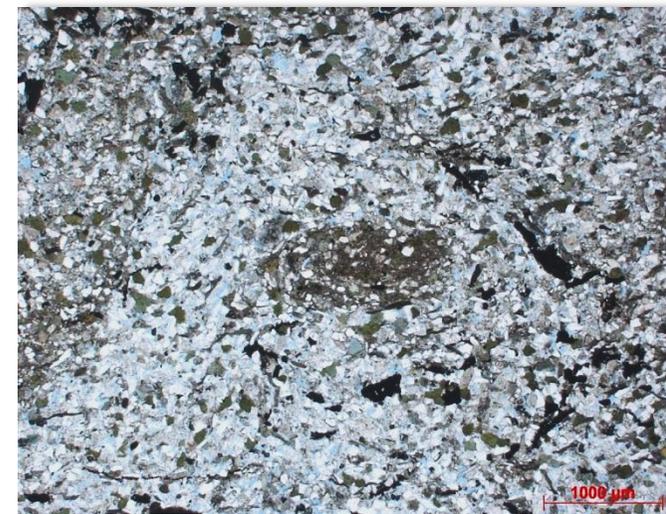
Алевролиты крупнозернистые интенсивно биотурбированные



Песчаники тонкозернистые, умеренно биотурбированные

- Высокая степень биотурбационной переработки и текстурные особенности пород указывают на формирование отложений в мелководно-морских обстановках
- Наиболее песчаные породы накапливались в обстановке дистальной части предфронтальной зоны пляжа и переходной зоне

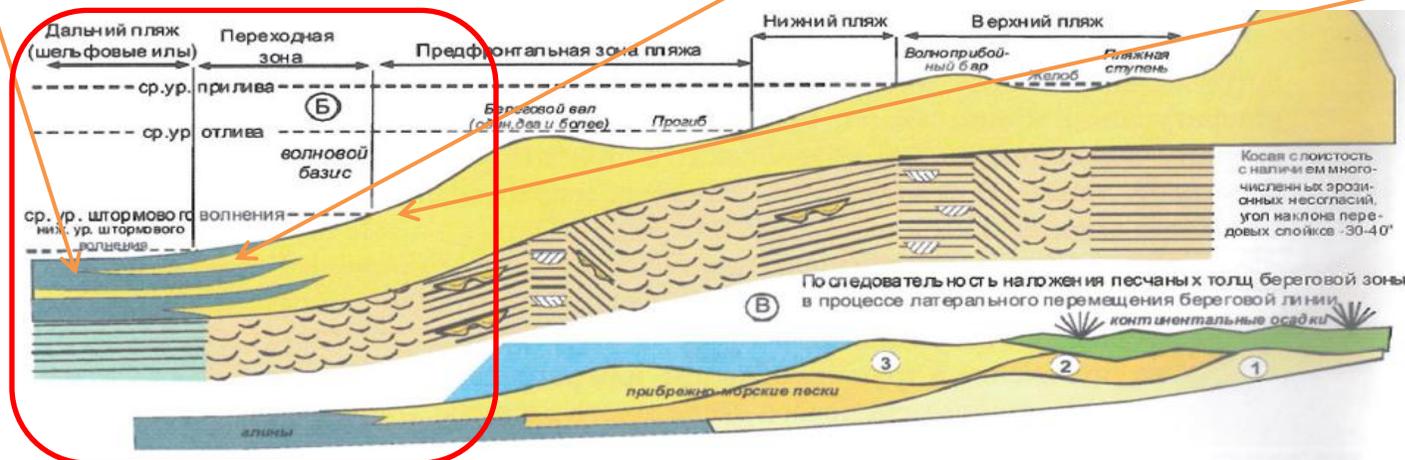
# Концептуальная седиментологическая модель пластов группы Т



Алевролит мелкозернистый неравномерно глинистый, слабо сидеритизированный  
**Проксимальная часть дальней зоны подводного берегового склона.** Кпр ~1мД  
 скв.3, глуб. 780,12м, х25, николи II

Алевролит мелкозернистый неравномерно глинистый, биотурбированный  
**Переходная зона**  
 Кпр ~9мД  
 скв. 3, глуб. 762,3м, х25, николи II

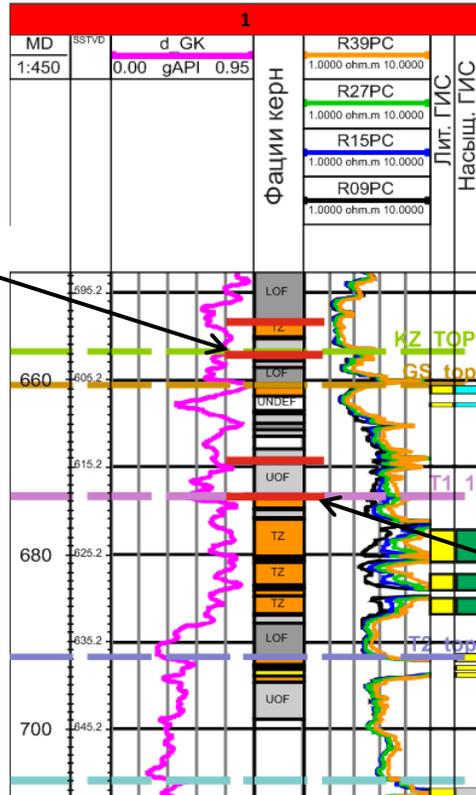
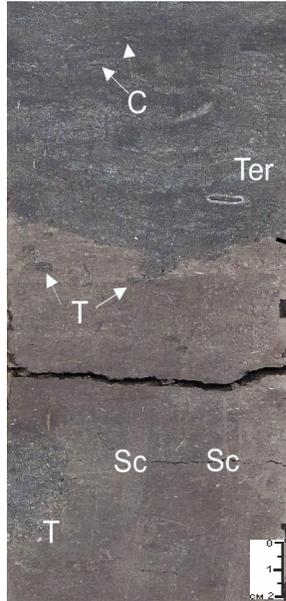
Песчаник тонкозернистый алевроитовый, неравномерно глинистый, биотурбированный  
**Дистальная часть предфронтальной зоны пляжа.** Кпр ~33мД  
 скв. 3, глуб. 776,5м, х25, николи II



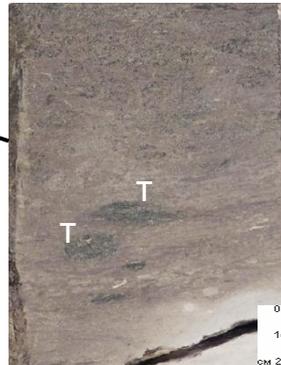


# Поверхности волновой эрозии, установленные в керне

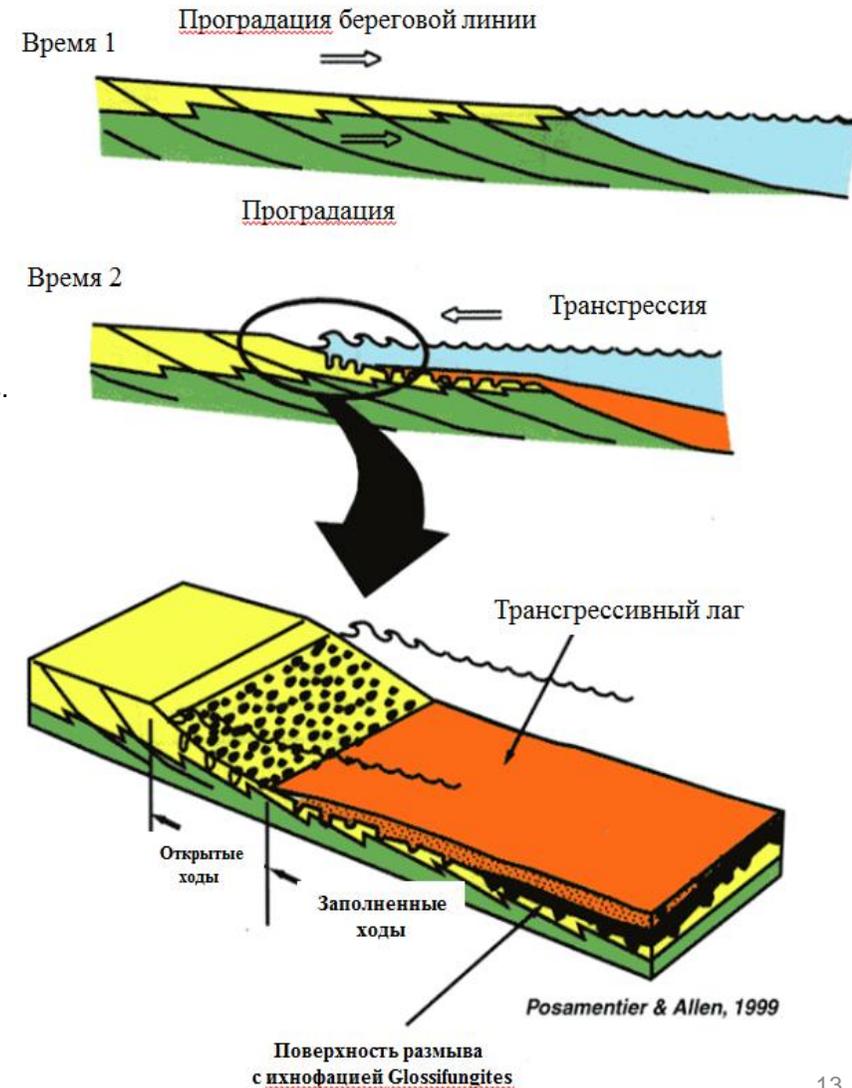
Поверхность Glossifungites.  
Скв. 1 глуб. 667,7м.



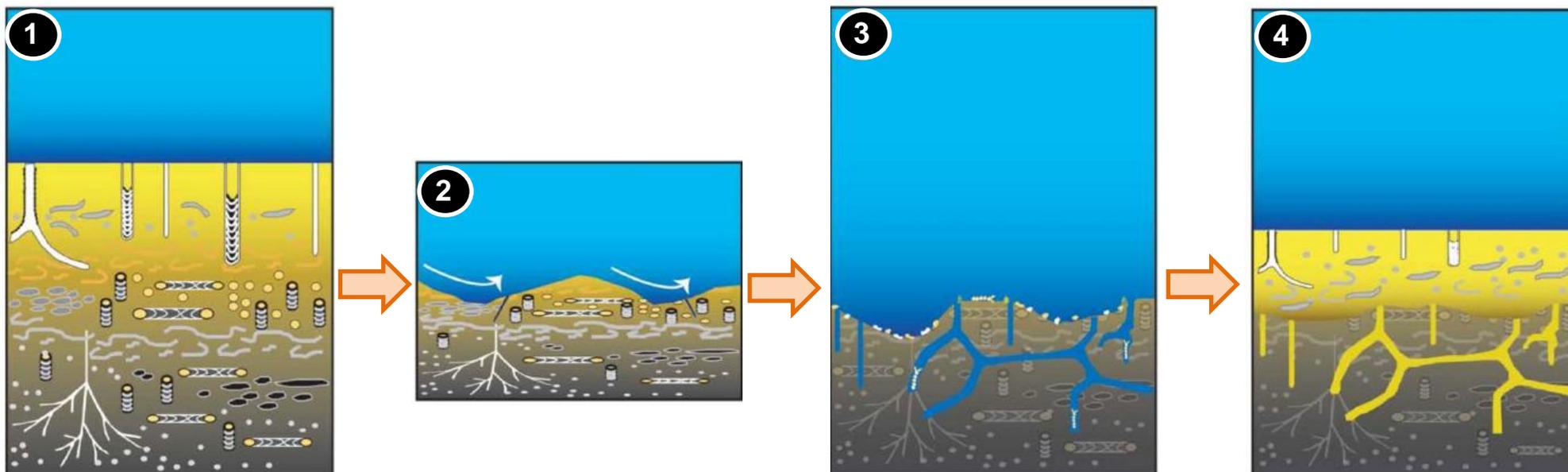
Поверхность Glossifungites.  
Скв. 1 глуб. 667,7м.



## Модель формирования поверхности Glossifungites



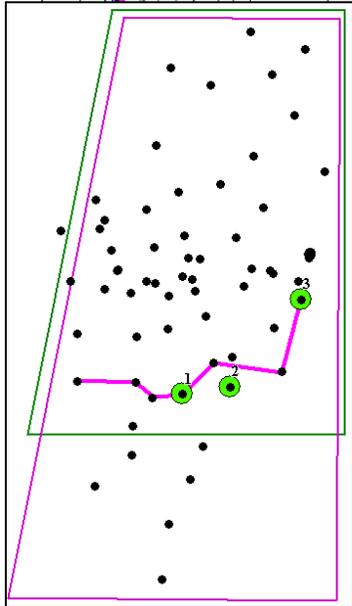
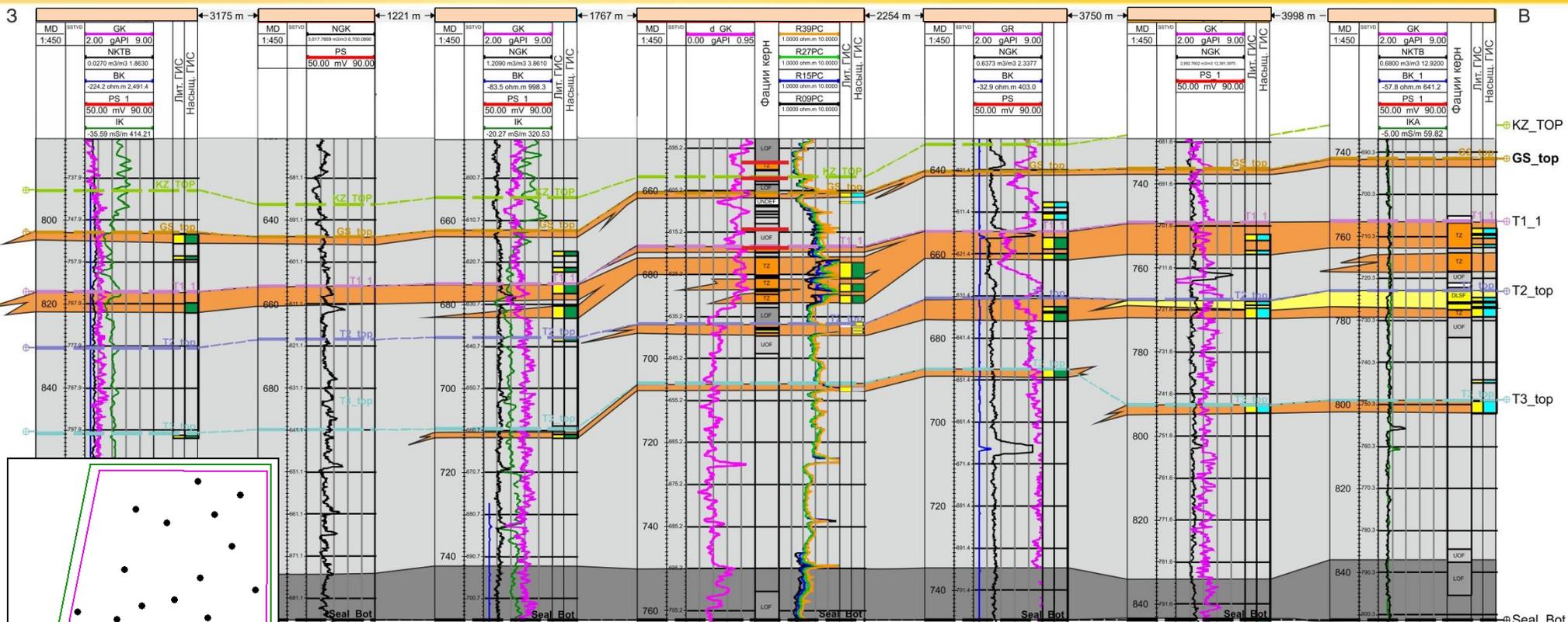
- В керне обнаружены несколько поверхностей волновой эрозии (поверхности Glossifungites), которые хорошо согласуются с основными стратиграфическими границами



Pemberton и др. 2001, MacEachern и др. 1992, 2007, 2012

- 1). Перекрытие осадками, отжатие воды и уплотнение донных слоев аргиллита/тонкозернистого песчаника
- 2). Подводная эрозия
- 3). Колонизация поверхностей, приуроченных к перерывам осадконакопления
- 4). Пассивное заполнение ходов в последующие этапы осадконакопления и захоронение комплекса твердого дна

# Схема корреляции фаций запад-восток



Условные обозначения:

Фации:

- Дистальная часть префронтальной зоны пляжа (DLSF)
- Переходная зона (TZ)
- Проксимальная часть дальней зоны подводного берегового склона (UOF)
- Дистальная часть дальней зоны подводного берегового склона (LOF)
- Поверхность волновой эрозии

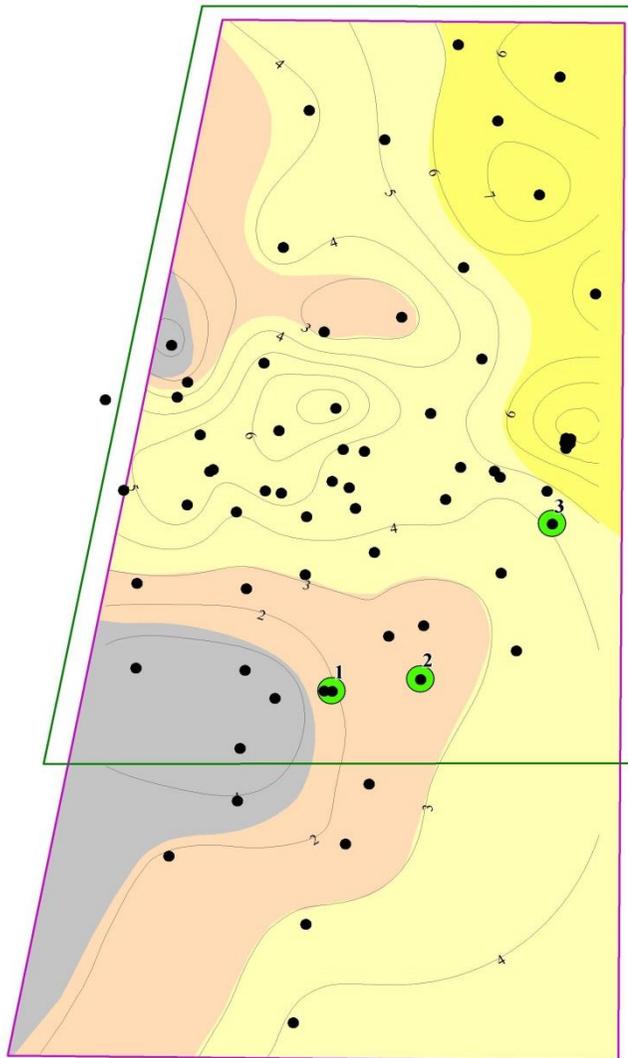
Коллектор

Насыщение по ГИС:

- Газ
- Вода
- Неясно



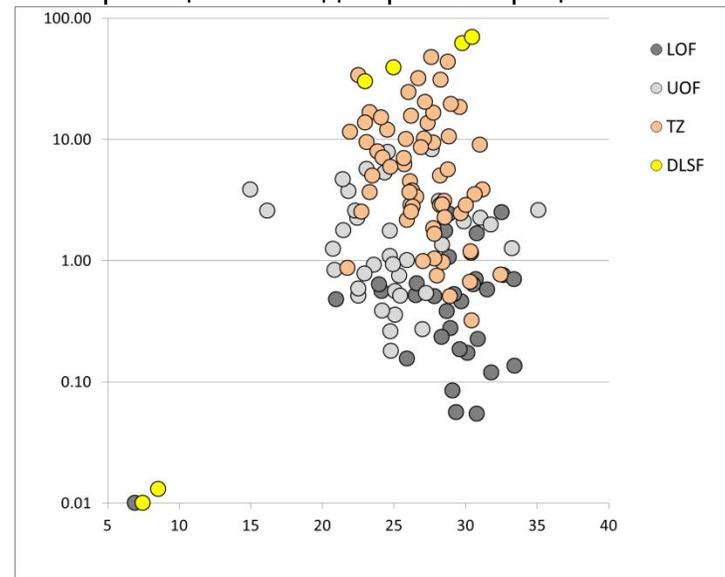
## Карта фаций пласта Т2



### Условные обозначения:

-  1 — Скважины с керном
-  Дистальная часть дальней зоны подводного берегового склона (LOF)
-  Проксимальная часть дальней зоны подводного берегового склона (UOF)
-  Переходная зона (TZ)
-  Дистальная часть предфронтальной зоны пляжа (DLSF)
-  Предфронтальная зона пляжа (LSF)

### График сопоставления пористости и проницаемости для разных фаций



- Менее заглинизированные породы накапливались в обстановке дистальной части предфронтальной зоны пляжа (DLSF) и переходной зоне (TZ)



## Выводы:

- Использование ихнофациального анализа позволило разделить разрез на разные зоны подводного берегового склона
- Фации, установленные по керну, отличаются гидродинамикой среды осадконакопления, а следовательно, зернистостью пород и степенью биотурбационной переработки осадка, от которых напрямую зависят ФЕС пород
- На основе анализа керна и данных каротажа построены карты фаций газсалинской пачки Русского месторождения отражающие распространение пород с улучшенными коллекторскими свойствами. Менее глинистые отложения приурочены к восточной части месторождения и связаны с обстановками дистальной части предфронтальной зоны пляжа и переходной зоной

## Рекомендовано:

- Использовать расширенный комплекс ГИС при бурении новых скважин
- Выполнять петроупругое моделирование с анализом разделения упругих свойств именно для исследуемого интервала. Выполнение синхронной инверсии именно на этот интервал
- Новые скважины бурить с отбором керна. По возможности, использовать раствор на углеводородной основе, или изолированный отбор керна не допускающий контакт керна с водой



## Контактная информация

ООО «ТНЦ»

(Корпоративный научно-проектный комплекс

ПАО «НК «Роснефть»)

г. Тюмень, ул. Осипенко, д. 79/1

тел. (3452) 55-00-55

e-mail: [tnc@rosneft.ru](mailto:tnc@rosneft.ru)

**Спасибо за внимание!**

