

Физика гравитационных процессов как ключ к пониманию свойств ачимовских отложений

М.В. Осипова

ООО «НОВАТЭК НТЦ», Тюмень, Россия

e-mail: marina.osipova@novatek.ru

Статья посвящена разработке методики прогноза свойств ачимовских коллекторов на основе причинно-следственных связей типа источника сноса шельфового осадочного материала, геометрии клиноформ и расстояния конусов выноса до склона. Методика разработана на основе физических законов, а именно условий нарушения гравитационного равновесия осадков на бровке шельфа – момента начала выноса осадочного материала и процесса образования конусов, обусловленного осаждением (торможением) осадков на дне бассейна. Методика включает в себя два этапа для пошагового теоретического обоснования и простоты понимания. На первом этапе решается задача нарушения гравитационного равновесия шельфовых осадков в зависимости от геометрии клиноформ. На втором этапе рассматривается задача зависимости удаления лопастей от склона и свойств перспективных объектов. На основе теоретических представлений обозначены основные выводы о зависимости характеристик конусов выноса (свойств и объема песчаника) от геометрических параметров клиноформ и от расстояния до склона, выведен комплексный параметр, характеризующий свойства перспективных объектов. Разработанная автором методика позволяет прогнозировать, сопоставлять и ранжировать ачимовские объекты по перспективности как в пределах одного пласта, так и в целом одного или нескольких месторождений.

Ключевые слова: ачимовские отложения, гравитационные процессы, геологические факторы седиментационной системы, источник сноса осадочного материала, геометрия клиноформ

Для цитирования: Осипова М.В. (2023). Физика гравитационных процессов как ключ к пониманию свойств ачимовских отложений. *Георесурсы*, 25(3), с. 75–81. <https://doi.org/10.18599/grs.2023.3.20>

Введение

Все природные геологические явления можно описать физическими законами. Принципы осадконакопления, строение залежей, распределение свойств осадочного материала – все основано на количественных закономерностях явлений природы, строении материи и законов ее движения. Знания физики помогают не только понять принципы того или иного геологического события, но и прогнозировать их дальнейшее развитие.

В данной статье, с точки зрения физических законов, рассмотрено формирование одного из самых сложных по строению геологических образований – глубоководных конусов выноса, и как составляющую – распространение ачимовских линзовидных песчаных тел с особенностями распределения их свойств. Много литературных источников посвящено генезису ачимовских отложений (Walker, James, 1990; Трушкова и др., 2011; Сынгаевский и др., 2015) и их свойствам (Reading, Richard, 1994; Catuneanu, 2006; Posamentier, Vail, 1988; Шестакова и др., 2020), однако данная работа раскрывает тему с другого ракурса.

Глубоководные конусы выноса представляют собой результат склоново-гравитационных процессов. Их образование связано с нарушением гравитационного равновесия осадочного материала на бровке шельфа и переносу за счет гравитационной энергии осадков вниз по склону. Осаждение частиц потока происходит на дне

глубоководного бассейна в определенной последовательности, образуя многообразие конусов различной морфологии. Основным элементом конуса выноса с максимальным содержанием осадочного материала являются лопасти, формирующиеся от устьев русел вглубь бассейна. Лопасти состоят из песчаных и глинистых фаций, закономерности распределения которых в глубоководных осадках являются довольно сложными, а их соотношение кажется, на первый взгляд, слабо прогнозируемым.

Процесс накопления и закономерности распределения тех или иных фаций глубоководных осадков зависят от ряда геологических факторов, которые контролируют единую седиментационную систему. К основным факторам относят: тектонические процессы (вертикальное движение дна бассейна), колебания уровня моря (региональная эвстатика) и тип источника сноса осадочного материала (фактор седиментации) (Сынгаевский и др., 2015). Трудно оценить значение каждого из них: степень влияния определенного фактора в каждом конкретном случае может быть различной. Тем не менее, к анализу результата их воздействия необходимо подходить комплексно, что на практике не всегда выполняется и нередко приводит к неверным прогнозам.

Результатом совокупного влияния перечисленных факторов является разнообразие морфологии конусов, питающих и распределительных каналов, а также многообразие

геометрии клиноформ. В работе предлагается методика анализа сейсмических данных – градиента угла наклона глубоководного склона, отдаленности лопастей (далее лопасти = перспективные объекты) от подножия склона (принимается нижний перегиб клиноформы) – как результат совместного воздействия основных влияющих факторов, комплексный анализ которого позволяет прогнозировать свойства ачимовских коллекторов.

Роль влияющих факторов на формирование конусов выноса (причинно-следственные связи)

Тип источника сноса материала. Осадочные системы, развитые в пределах глубоководных бассейнов, можно классифицировать по типу источника осадочного материала на 3 класса: глинистый, песчано-глинистый и песчаный (Reading, Richard, 1994). Свойства ачимовских объектов напрямую зависят от типа источника сноса осадочного материала. Причина в том, что формирование глубоководных конусов выноса происходит путем перемещения осадков мелководья в глубоководно-морские условия, и ввиду роли процессов переотложения осадков, сопровождаемых пересортировкой и переупаковкой под влиянием глубоководной гидродинамики, свойства ачимовских объектов обладают более худшими свойствами, чем исходные шельфовые объекты (Нежданов и др., 2000). А если источник сноса глинистый, то хорошие коллектора в ачимовских отложениях и вовсе исключены. Основная роль данного фактора состоит в том, что *тип источника сноса является исходным материалом, от которого зависят свойства переотложенных глубоководных фаций.*

Положение уровня моря. Процесс переноса обломочного материала с шельфа вниз по склону на дно бассейна происходит постоянно, однако осадки, связанные с формированием конусов выноса, поступают в бассейн только во время стадии падения уровня моря и низком стоянии его уровня (Catuneanu, 2006; Posamentier, Vail, 1988). В силу большего влияния гидродинамики на бровку шельфа тракта падения уровня моря, большой снос осадков и формирование основной части ачимовских объектов происходит именно в это время (Рединг и др., 1992). Однако фаза падения уровня моря не гарантирует выноса мощного объема песчаника с хорошими свойствами

ввиду важной роли ранее обозначенных процессов переотложения осадков. Таким образом, *положение уровня моря является условием, которым определяется период выноса материала.*

Тектоника также является важным фактором, контролирующим процесс седиментации. Тектонические процессы определяют скорость воздымания и эрозию, градиенты уклона в областях переноса осадка, наличие пространства, доступного для накопления осадков (аккомодацию) (Сынгаевский и др., 2015). *Данный фактор преимущественно определяет рельеф поверхности, которая создает основу для движения и накопления материала.*

В комплексе, тектоника и положение уровня моря влияют на геометрию клиноформ, которые совместно с типом источника сноса определяют объем и свойства/состав транспортируемого материала.

А свойства транспортируемого материала, в свою очередь, напрямую влияют на морфологию и длину каналов в пределах глубоководного бассейна. Следовательно, решая обратную задачу, исходя из совместного анализа геометрии клиноформ и морфологии питающих каналов в пределах дна бассейна можно прогнозировать свойства конусов выноса. На рисунке 1 схематично представлен процесс влияния определяющих факторов на формирование глубоководных конусов выноса.

Теоретическое обоснование свойств конусов выноса физическими законами

Методика прогнозирования свойств ачимовских коллекторов разработана на основе физических законов, а именно условий нарушения гравитационного равновесия осадков на бровке шельфа – момента начала выноса осадочного материала и процесса образования конусов, обусловленного осаждением (торможением) осадков на дне бассейна. Методика не включает в себя принцип образования самого конуса на дне бассейна, распределение фаций внутри конуса, его структурно-текстурные особенности (это процесс вторичный), а рассматривает принципы, которые лежат в основе движения объекта/тела/материала по наклонной плоскости и являются первичными физическими законами процесса.

Методика включает 2 этапа для пошагового теоретического обоснования и простоты понимания:



Рис. 1. Влияние определяющих факторов на процесс формирования глубоководных конусов выноса

На первом этапе решается задача транспортировки осадков вниз по склону ввиду нарушения гравитационного равновесия. На втором этапе рассматривается задача зависимости удаления лопастей от склона и свойств перспективных объектов.

Первый этап. Задача нарушения гравитационного равновесия шельфовых осадков в зависимости от геометрии клиноформ

На шельфовые осадки, находящиеся вблизи наклонной поверхности бровки, действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры $\vec{N}$ и сила трения покоя $\vec{F}_{\text{тр.пок.}}$, направленная вдоль наклонной поверхности вверх (рис. 2). Для силы трения покоя должно выполняться неравенство:

$$\vec{F}_{\text{тр.пок.}} \leq \mu \vec{N}, \quad (1)$$

где $\vec{N}$ – реакция опоры, μ – коэффициент трения. Из него следует условие равновесия тела на наклонной плоскости.

Для расчета проекций действующих сил система координат принята следующим образом: ось x – вдоль наклонной плоскости вниз, а ось y – перпендикулярно наклонной плоскости вверх.

В момент покоя ускорение осадочного материала равно 0, равнодействующая всех приложенных к материалу сил, то есть $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр.пок.}} = 0$. Отсюда в проекции на оси координат получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} x: mg \sin \alpha - F_{\text{тр.пок.}} = 0 \\ y: -mg \cos \alpha + N = 0 \end{cases}$$

Из первого уравнения системы следует, что сила трения покоя $F_{\text{тр.пок.}} = mg \sin \alpha$, а из второго уравнения можно определить силу реакции опоры $N = mg \cos \alpha$, где α – угол наклона поверхности. Подставляя последнее выражение в неравенство (1), получаем, что $F_{\text{тр.пок.}} \leq \mu mg \cos \alpha$.

Из полученного неравенства следуют выводы: сила трения покоя $F_{\text{тр.пок.}}$ увеличивается при 1) увеличении коэффициента трения μ , 2) увеличении массы транспортируемых осадков, 3) уменьшении угла наклона склона α .

Другими словами, для движения более лёгких алевритовых частиц по наклонной плоскости необходим меньший угол наклона ввиду меньшей силы трения. Движение песчаника определяется большим градиентом наклона поверхности. А сам объём песчаника зависит не только от стадии уровня моря, но и от угла наклона склона. Чем больше угол, тем больше объёма песчаника транспортируется с шельфа на дно бассейна.

Второй этап. Задача зависимости удаления лопастей от склона и свойств перспективных объектов

При спуске осадочного материала с шельфа в глубоководную часть и дальнейшем его движении по субгоризонтальной поверхности (дну бассейна) со стороны склона

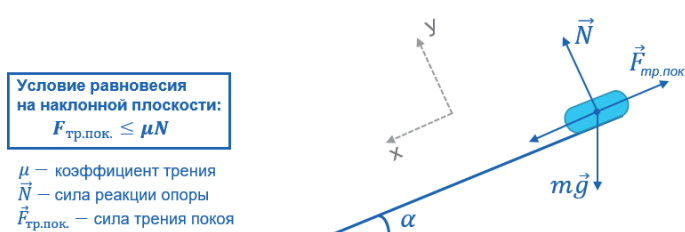


Рис. 2. Силы, действующие на осадочный материал, покоящийся на наклонной плоскости

действует сила трения $\vec{F}_{\text{тр.}}$, которая совершает работу по торможению транспортируемых осадков (рис. 3).

С одной стороны, величина этой работы равна величине потенциальной энергии, с другой стороны, работа, совершенная некоторой силой (в нашем случае $\vec{F}_{\text{тр.}}$), равна произведению силы на пройденный путь L , на протяжении которого эта сила действует. То есть работа $A = F_{\text{тр.}} L$, а пройденный путь в нашем случае определяется как сумма наклонной и горизонтальных отрезков: $L = L_{\text{накл.}} + L_{\text{гориз.}}$.

Сила трения в общем случае равна произведению реакции опоры на коэффициент трения: $F_{\text{тр.}} = \mu N$.

Реакция опоры в общем случае равна произведению веса тела ($m\vec{g}$) на косинус угла наклона плоскости, на которой находится тело.

Когда осадочный материал движется по наклонной плоскости, угол наклона которой равен α , то реакция опоры $N_{\text{накл.}} = mg \cos \alpha$, а величина работы, совершенной на этом участке, равна произведению реакции наклонной плоскости $N_{\text{накл.}}$ на коэффициент трения μ и на длину пути по наклонной плоскости $L_{\text{накл.}}$:

$$A_{\text{накл.}} = N_{\text{накл.}} \mu L_{\text{накл.}} = mg \cos \alpha \mu L_{\text{накл.}} \quad (2)$$

Угол наклона поверхности дна бассейна существенно меньше угла наклона склона и приближен к 0, косинус угла, близкого к 0, приближен к 1, следовательно, реакция опоры субгоризонтального участка: $N_{\text{гориз.}} = mg$.

Работа силы трения на горизонтальной плоскости будет равна:

$$A_{\text{гориз.}} = mg \mu L_{\text{гориз.}} \quad (3)$$

Полная работа, которая была совершена до остановки осадочного материала, равна сумме работ, совершенных на наклонном (2) и горизонтальном участках пути (3):

$$A_{\text{полн.}} = A_{\text{накл.}} + A_{\text{гориз.}} = mg \cos \alpha \mu L_{\text{накл.}} + mg \mu L_{\text{гориз.}} \quad (4)$$

С другой стороны, полная работа равна потенциальной энергии:

$$A_{\text{полн.}} = E_n = mgh \quad (5)$$

Из выражений (4), (5) можно вывести:

$$L_{\text{гориз.}} = h/\mu - L_{\text{накл.}} \cos \alpha \quad (6)$$

С учетом того, что коэффициент трения у крупнозернистого материала (песчаника) выше, чем у мелкозернистого (глины), то есть $\mu_{\text{песч.}} > \mu_{\text{гл.}}$, из выражения (6) можно сделать вывод о влиянии увеличения зернистости на уменьшение тормозного пути материала.

Из полученных результатов следует, что потоки, обогащенные глинистой составляющей, способны переносить осадочный материал на более дальние расстояния. С повышением доли песчаной фракции в турбидитовом потоке, трение и большая масса крупных частиц приводит к более быстрому торможению и осаждению на более коротком

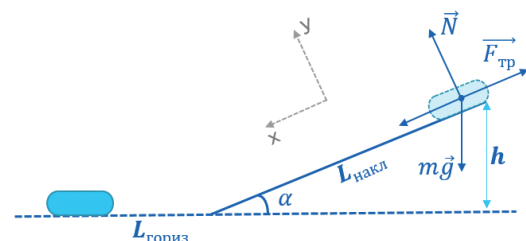


Рис. 3. Расчет зависимости удаления конусов выноса от склона и свойств конусов выноса

расстоянии. Другими словами, чем больше удаленность лопастей от склона, тем хуже первичные свойства перспективных объектов.

Практическое применение физических законов на примере ачимовских объектов месторождения X

Предлагаемые теоретические решения были проверены на практике – на ачимовских объектах сейсмокомплекса N месторождения X.

Исходные данные. Изученность бурением низкая – 7 поисково-разведочных скважин, площадь участка – 3705 км² площадь, весь участок покрыт 3D сейморазведочными работами. За основу анализа выбраны материалы, определяющие количественные характеристики всех перспективных объектов наиболее изученного бурением пласта. Контуры перспективных объектов были определены по динамическим аномалиям, срезам RGB и спектральной декомпозиции; карты эффективных толщин построены нормированием значений наиболее подходящего (с устойчивой корреляционной зависимостью) атрибута на фактические скважинные данные. Карты фильтрационно-емкостных свойств при построении учитывали как фациальную принадлежность, так и динамические характеристики.

Для оценки качества существующей модели залежей – границ перспективных объектов, карт эффективных толщин и карт фильтрационно-емкостных свойств (пористости и проницаемости) – была осуществлена верификация прогнозных данных предполагаемых залежей на соответствие ранее описанным теоретическим представлениям.

Суть методики. Методика прогноза объема песчаника и свойств объектов заключается в измерении углов наклона склона клиноформ и измерении расстояния от перспективного объекта до подножия глубоководного

склона, соответственно. Согласно теоретическим представлениям, больший объем песчаника характеризуется большими углами наклона склона, лучшие свойства – близостью к склону.

Особенность методики состоит в том, что анализ геометрии клиноформ проводится не по привычной кровле пласта, которому соответствует перспективный объект, а за основу берется подошва клиноформы – как основа движения осадочного материала. Анализ кровли не отражает условия накопления объекта, а соответствует и характеризует последующие события более позднего времени. Кроме того, привычное на практике отображение объектов совместно с подножием склона и бровкой шельфа кровли пласта автор считает некорректным, т.к. данное отображение дает ложное представление о возможном распространении присклоновых объектов. Часто на практике их ограничивают линией подножия более поздних отложений, которые заведомо сокращают площадь и уменьшают объем перспективных объектов в районе склона, а это, в свою очередь, приводит к потере запасов/ресурсов между линиями подножия кровли и подножия подошвы клиноформы, присклоновые объекты которой анализируются. Отображение объекта совместно с бровкой и подножием подошвы не несет в себе риски потери части присклоновых объектов и дает временную тождественность представления.

Согласно ранее изложенному, можно перечислить основные составляющие анализа сейсмических данных и материалов, полученных на их основе, для прогноза количественных характеристик объектов:

1. Карта углов наклона подошвы – для определения линий бровки шельфа и подножия склона;
2. Контуры объектов – для определения расстояния/удаления от склона;
3. Линии сейсмических разрезов вдоль направления выноса конусов – для расчета углов наклона склона.

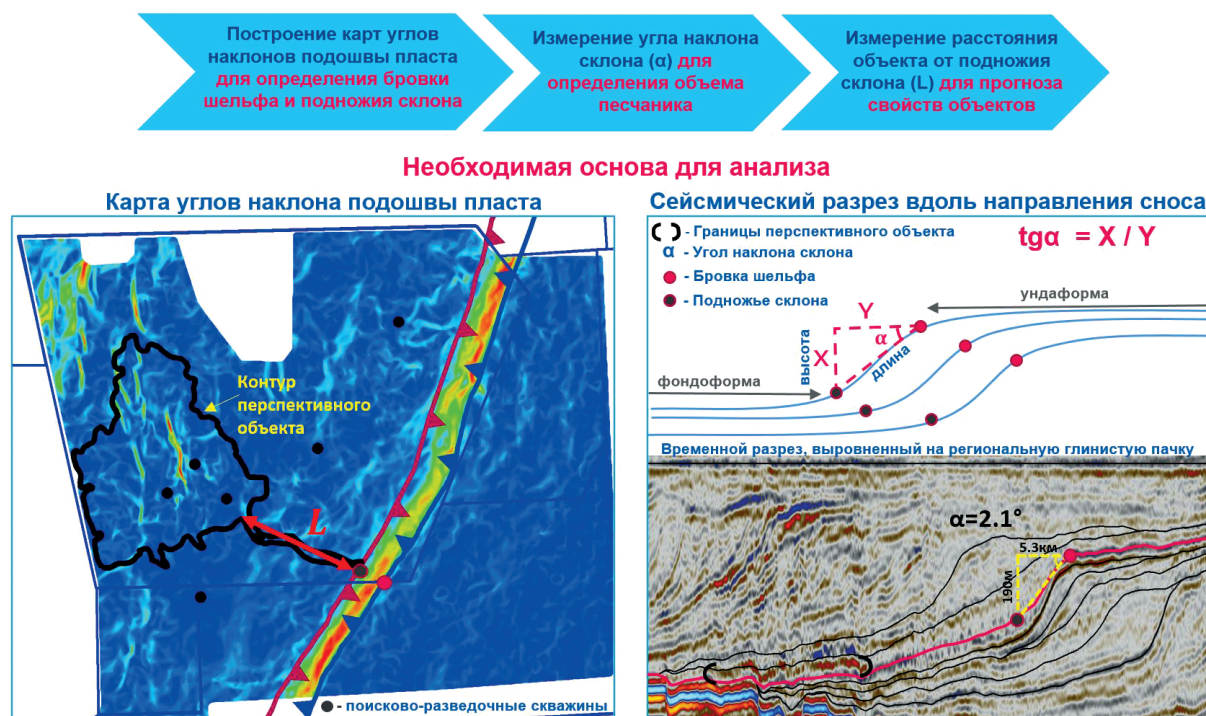


Рис. 4. Пример измерения расстояния от лопасти до склона и расчет угла наклона склона

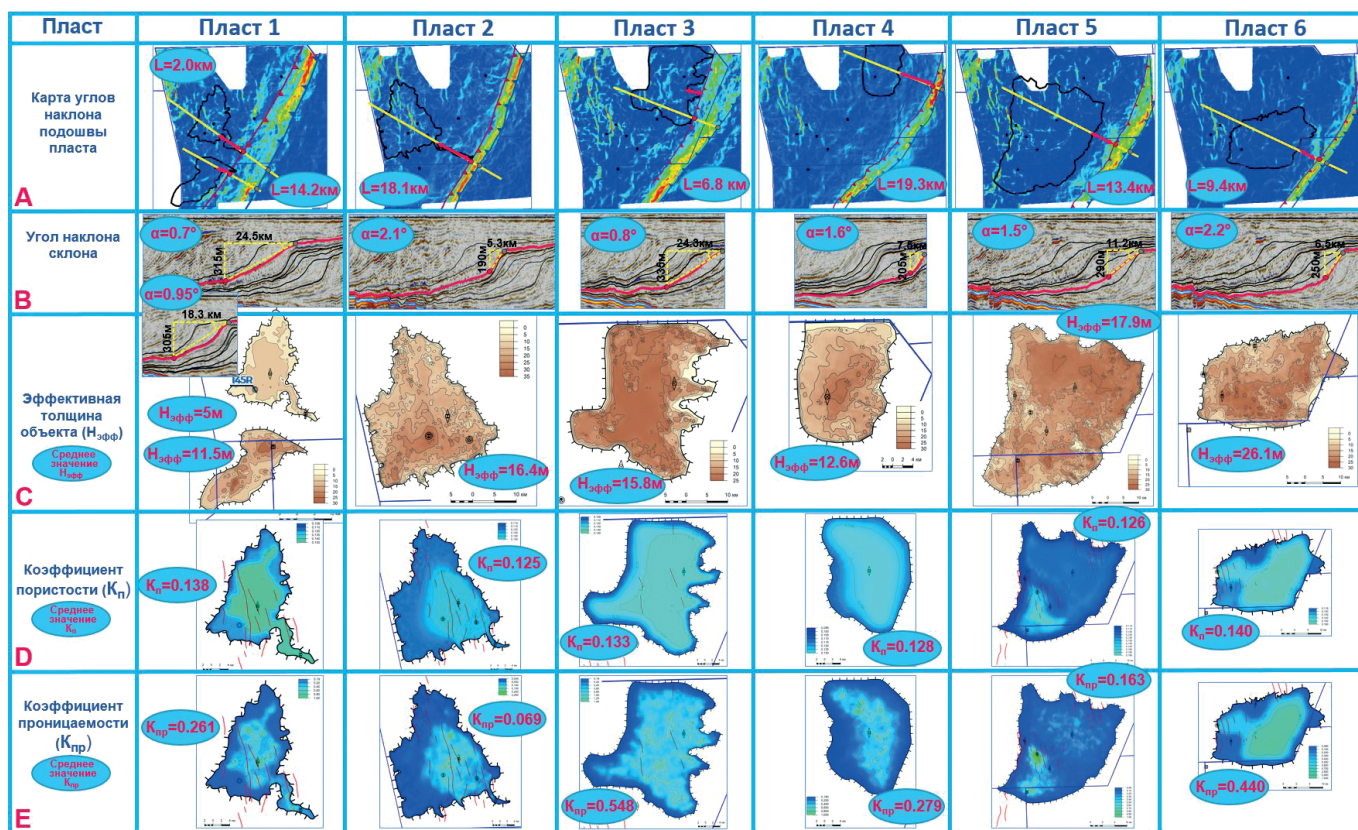


Рис. 5. Верификация количественных параметров перспективных объектов на соответствие теоретическим представлениям

На рисунке 4 схематично отображены необходимые данные с представлением расчета угла наклона склона и расстояния от склона до перспективного объекта.

Согласно указанной методике, был подготовлен необходимый набор данных для всех перспективных объектов рассматриваемого сейсмокомплекса: 1) построены

карты углов наклона подошвы каждого перспективного пласта (рис. 5а); 2) прослежены бровки и подножия; 3) рассчитаны расстояния от границ перспективных объектов до склона; 4) по сейсмическим профилям измерены углы наклона склона подошвы каждого перспективного пласта (рис. 5б).

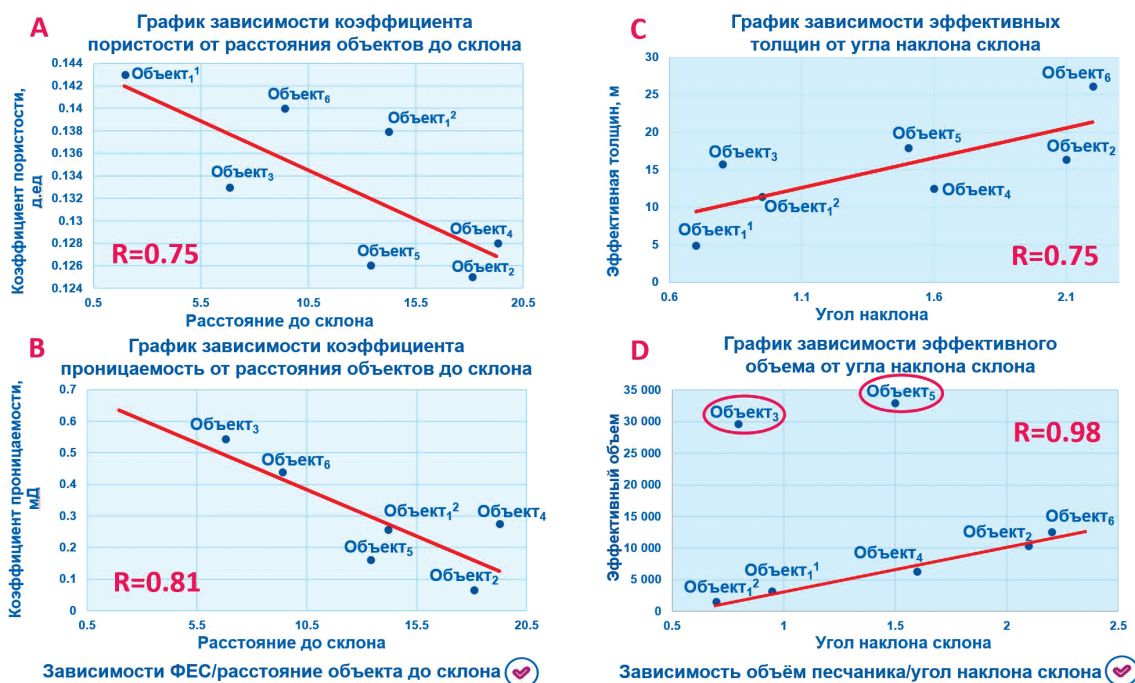


Рис. 6. А. Карты углов наклона подошв перспективных пластов; В. Сейсмические разрезы вдоль направления выноса осадочного материала; С. Карты эффективных толщин объектов; Д. Карты коэффициента пористости объектов, Е. Карты коэффициента проницаемости объектов

Далее для верификации прогноза параметров каждого объекта – границ перспективных объектов, карт эффективных толщин и карт фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) – были рассчитаны средние значения коэффициента пористости, проницаемости, средние значения эффективных толщин и эффективные объемы по картам соответствующих параметров (рис. 5с, d, e). Рассчитанные значения ФЕС были сопоставлены с ранее измеренными расстояниями от объектов до склона, эффективные толщины и эффективные объемы – с углами наклона склона. В результате сопоставления получена достаточно устойчивая корреляционная связь параметров ФЕС с расстоянием объектов до склона (рис. 6а, b) и связь параметров, характеризующих объем накопившегося песчаника с углами наклона склона (рис. 6с, d). Исключения составляют 2 объекта, которые «выпали» из зависимости и требуют корректировок.

Таким образом, представленные в работе теоретические выводы подтверждены практически на основе данных по объектам 1–6 сейсмокомплекса N месторождения X. Учитывая слабую разбуренность, в дальнейшем карты фильтрационно-емкостных свойств и эффективных объектов будут скорректированы, но уже на этапе слабой изученности скважинами можно говорить о корректном представлении большинства рассматриваемых объектов и необходимости уточнения объектов 3 и 5 (рис. 6d).

Стоит отметить, что предлагаемая методика применима на разных стадиях изученности месторождений и позволяет сделать выводы о корректной принадлежности объектов к конкретному пласту и/или источнику сноса, своевременно скорректировать сейсмическую корреляцию пласта и/или границы объектов.

Комплексирование результатов.

Принцип ранжирования объектов

Несмотря на то, что методика применима на разных стадиях изученности месторождений, наибольшую актуальность ее применения автор видит для поисково-разведочного этапа ввиду высокой неопределенности прогнозируемых данных, когда не имея скважин или имея небольшое их количество, встает вопрос о необходимости ранжирования объектов по свойствам для первоочередного и/или последующего бурения.

Описанная методика, основанная на знании геометрических характеристик клиноформы и расстояния от объекта до склона, характеризующих объем песчаника и его свойства, в комплексе позволяет решить задачу ранжирования перспективных объектов, даже не имея скважинных данных. На основе рассмотренных теоретических задач, на основе выражения (6), можно вывести комплексный параметр, характеризующий свойства перспективных объектов:

$$L_{\text{гориз}} = \frac{h}{\mu} - L_{\text{накл}} \cos \alpha \Rightarrow \mu = \frac{h}{L_{\text{гориз}} + L_{\text{накл}} \cos \alpha}$$

Полученная формула учитывает и геометрию клиноформ (угол наклона, высоту, длину), и отдаленность объекта от склона. То есть два фактора, которые характеризуют и объем песчаника, и его свойства. Рассчитывая таким образом коэффициент трения для каждого объекта, получаем прямой показатель, характеризующий свойства.

1. Расчёт μ для каждого объекта
2. Ранжирование объектов по значениям μ

Объект	X, м	Y, м	L _{накл}	L _{гориз}	α °	μ	Приоритет
Объект ₁ ¹	315	24 500	24 502	2 000	0.70	0.0119	2
Объект ₁ ²	305	18 300	18 303	14 200	0.95	0.0094	5
Объект ₂	190	5 300	5 303	18 100	2.10	0.0081	6
Объект ₃	335	24 300	24 302	6 800	0.80	0.0108	4
Объект ₄	205	7 500	7 503	19 300	1.60	0.0076	7
Объект ₅	290	11 200	11 204	13 400	1.50	0.0118	3
Объект ₆	250	6 500	6 505	9 400	2.20	0.0157	1

Рис. 7. Ранжирование объектов

Для примера расчета коэффициента трения μ были использованы объекты сейсмокомплекса N месторождения X. Для каждого объекта были рассчитаны значения коэффициента трения, и установлен приоритет по принципу: чем выше коэффициент трения, тем лучше свойства объекта (рис. 7).

Формула является универсальной, позволяет ранжировать/сопоставлять ачимовские объекты одного/нескольких пластов/месторождений на разных стадиях изученности.

Выводы

Разработанная автором методика комплексного анализа градиента углов наклона склона и расстояния объектов до подножия склона позволяет прогнозировать, сопоставлять и ранжировать ачимовские объекты по перспективности как в пределах одного пласта, так и в целом одного или нескольких месторождений.

Методика позволяет контролировать качество сейсмогеологических моделей ачимовских объектов на любых стадиях изученности бурением.

Литература

- Нежданов А.А., Пономарев В.А., Туренков Н.А. Горбунов С.А. (2000). Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. М.: Академия горных наук, 247 с.
- Рединг Х.Г., Аллен Ф.А., Болдуин К.Т. (1992). Обстановки осадконакопления и фации. М.: Мир, 384 с.
- Сынгаевский П.Е., Хафизов С.Ф., Шиманский В.В. (2015). Глубоководные конусы выноса и турбидиты. Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 480 с.
- Трушкова Л.Я., Игошкин В.П., Хафизов Ф.З. (2011). Клиноформы неокма. Санкт-Петербург: ВНИГРИ, с. 41.
- Шестакова Н.И., Ершов С.В., Карташова А.К. (2020). Прогноз распространения коллекторов ачимовской толщи в арктических районах Западно-Сибирского осадочного бассейна на основе сейсмofациального и динамического анализов. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. https://doi.org/10.17353/2070-5379/3_2020
- Catuneanu O. (2006). Principles of sequence stratigraphy. Amsterdam: Department of Earth and Atmospheric Sciences University of Alberta, 375 с.
- Posamentier H.W., Vail P.R. (1988). Eustatic controls on clastic deposition II – sequence and systems tract models. The society of economic Paleontologist and Mineralogist, Sea-Level Society for Sedimentary Geology, Tulsa, p. 42.
- Reading H.G., Richard M. (1994). Turbidite systems in deep-water basin margins classified by grain size and feeder system. *AAPG Bulletin*, pp. 792–822.
- Walker R.G., James N.P. (1990). Facies Models. Response to Sea Level Changes. Geological Association of Canada, Ontario, 409 p.

Сведения об авторе

Марина Владимировна Осипова – старший эксперт, ООО «НОВАТЭК НТЦ»

Россия, 625026, Тюмень, 50 лет ВЛКСМ, д. 53

Статья поступила в редакцию 21.08.2023;

Принята к публикации 19.09.2023; Опубликовано 30.09.2023

Physics of gravitational processes as a key to understanding the properties of Achimov deposits

M. V. Osipova

NOVATEK Scientific and Technical Center, Tyumen, Russian Federation
e-mail: marina.osipova@novatek.ru

Abstract. The article is devoted to the development of a methodology for predicting the properties of Achimov reservoirs based on cause-and-effect relationships such as the source of shelf sedimentary material, the geometry of clinoforms and the distance of alluvial fans to the slope. The technique was developed on the basis of physical laws, namely the conditions of disturbance of the gravitational equilibrium of sediments on the shelf edge – the moment of the beginning of the removal of sedimentary material and the process of cone formation caused by the deposition (braking) of sediments on the bottom of the basin. The methodology includes two stages for step-by-step theoretical justification and ease of understanding. At the first stage, the problem of disturbing the gravitational equilibrium of shelf sediments depending on the geometry of the clinoforms is solved. At the second stage, the problem of dependence of the distance of the blades on the slope and the properties of promising objects is considered. Based on theoretical concepts, the main conclusions about the dependence of the characteristics of alluvial fans (properties and volume of sandstone) on the geometric parameters of clinoforms and on the distance to the slope are outlined, and a complex parameter characterizing the properties of promising objects is derived. The methodology developed by the author makes it possible to predict, compare and rank Achimov objects according to their prospects both within one formation and as a whole in one or several fields.

Keywords: Achimov deposits, gravitational processes, geological factors of the sedimentation system, source of sedimentary material, clinoform geometry

Manuscript received 21 August 2023;

Accepted 19 September 2023; Published 30 September 2023

Recommended citation: Osipova M.V. (2023). Physics of gravitational processes as a key to understanding the properties of Achimov deposits. *Georesursy = Georesources*, 25(3), pp. 75–81. <https://doi.org/10.18599/grs.2023.3.20>

References

- Catuneanu O. (2006). Principles of sequence stratigraphy. Amsterdam: Department of Earth and Atmospheric Sciences University of Alberta, 375 c.
- Nezhdanov A.A., Ponomarev V.A., Turenkov N.A. Gorbunov S.A. (2000). Geology and oil and gas potential of the Achimov strata of Western Siberia. Moscow: Akademiya gornykh nauk, 247 p. (In Russ.)
- Posamentier H.W., Vail P.R. (1988). Eustatic controls on clastic deposition II – sequence and systems tract models. The society of economic Paleontologist and Mineralogist, Sea-Level Society for Sedimentary Geology, Tulsa, p. 42. <https://doi.org/10.2110/pec.88.01.0125>
- Reading H.G., Richard M. (1994). Turbidite systems in deep-water basin margins classified by grain size and feeder system. *AAPG Bulletin*, pp. 792–822.
- Reding Kh.G., Allen F.A., Bolduin K.T. (1992). Depositional environments and facies. Moscow: Mir, 384 p. (In Russ.)
- Syngaevskiy P.E., Khafizov S.F., Shimanskiy V.V. (2015). Deep-sea alluvial fans and turbidites. Moscow, Izhevsk: Institut kompyuternykh issledovaniy, 480 p. (In Russ.)
- Trushkova L.Ya., Igoshkin V.P., Khafizov F.Z. (2011). Neocomian clinoforms. St.Petersburg: VNIGRI, p. 41. (In Russ.)
- Shestakova N.I., Ershov S.V., Kartashova A.K. (2020). Forecast of the distribution of reservoirs of the Achimov strata in the Arctic regions of the West Siberian sedimentary basin based on seismic facies and dynamic analyzes. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika = Petroleum Geology – Theoretical and Applied Studies*. (In Russ.) https://doi.org/10.17353/2070-5379/3_2020
- Walker R.G., James N.P. (1990). Facies Models. Response to Sea Level Changes. Geological Association of Canada, Ontario, 409 p.

About the Author

Marina V. Osipova – Senior Expert, NOVATEK Scientific and Technical Center

53, 50 let VLKSM st., Tyumen, 625026, Russian Federation