

В.Г. Базаревская¹, Т.И. Тарасова¹, И.И. Доронкина¹, Г.А. Валеева²¹ТатНИПИнефть, Бузульма, bazarevskaya@tatnpi.ru²НГДУ «Бавлынефть», Бавлы, valeeva@tatneft.ru

ПРОБЛЕМЫ РАСЧЛЕНЕНИЯ И КОРРЕЛЯЦИИ ЖИВЕТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ ЮТС*

На южном склоне ЮТС основной прирост запасов нефти связывается, главным образом, с терригенными и карбонатными девонскими отложениями.

В целом, для терригенного девонского комплекса характерно чередование песчано-алевролитовых пластов-коллекторов и карбонатно-аргиллитовых пачек, образующих большей частью надежные флюидоупоры над пластами-коллекторами. Пачки алевролита-аргиллитовых пород (иногда с прослоями известняков) имеют широкое распространение и являются достаточно надежными реперами при корреляции разрезов, а песчано-алевролитовые породы – пластами-коллекторами нефти.

В пределах южного окончания Южно-Татарского свода отложения живетского яруса имеют повсеместное развитие и трансгрессивно залегают на эйфельских отложениях. Нижняя граница живетского яруса проводится по подошве песчаного пласта D_{IV}^6 , верхняя по кровле аргиллитовой пачки, лежащей над песчаным пластом D_{III} .

В составе живетского яруса выделяются воробьевский, ардаговский и муллинский горизонты, соответствующие трём крупным ритмам седиментации: три песчаные пачки выше по разрезу сменяются более тонкозернистыми и карбонатными осадками.

Открытие крупнейших месторождений нефти в пашийских и кыновских отложениях ослабило внимание специалистов к поиску залежей нефти в локально нефтеносных горизонтах живетского яруса, нефтеносность которых носит ограниченный характер. Сложность выявления залежей нефти связана с небольшими размерами, слабой изученностью глубоким бурением, литологической невыдержанностью коллекторов. Отсутствие на большей части территории четких реперных пачек, разделяющих воробьевские и ардаговские отложения, привело к неоднозначной корреляции разновозрастных пластов в пределах юго-восточного склона ЮТС.

Вопросами изучения стратиграфии, литологии и коллекторских свойств рассматриваемой толщи занимались многие ученые. В первую очередь это Антропов И. А., Батанова Г.П., Байдова И.К., Герасимова Е.Т., Логинова В.Н., Мельников С.Н., Миропольская Г.И., Губайдуллин А.А. и многие другие.

В работах А.Н. Петровской и Л.Н.Егоровой к воробьевскому горизонту Татарии относилась аргиллит-алевролит-карбонатная пачка (репер «фонарик») и нижезалегающая песчано-алевролитовая пачка (D_{IV}). Для этих отложений Н.Г. Пыхова дает следующий комплекс спор, определяющий возраст их, как воробьевский: *Lophotriletes minor* Naum., *Archaeozonotriletes meonacanthus* Naum., *Arch. decorus* Naum., *Arch. vulgatus* Naum., *Arch. vorobjensis* Naum., var. *rugosus* Pich., *Hymenozonotriletes praetervisus* Naum., *Lophozonotriletes grandis* Naum. var. *vorobjensis* Pich. Для верхней части песчаного пласта D_{IV} и песчано-алевролитового пласта D_{III} ею указывается единый, старооскольский комплекс спор: *Trachitriletes rotundatus* Naum.,

Acanthotriletes var. *iienuispinosus* Naum., *Archaeozonotriletes extensus* Naum., *Arch. pustulatus* Naum., *Arch. decorus* Naum., *Hymenozonotriletes ceber* Tschibr., *H. meonacanthus* Naum., *H. echiniformis* Naum. По материалам уфимского совещания 1959 г. воробьевский горизонт в западной Башкирии и Татарии был принят в этом объеме.

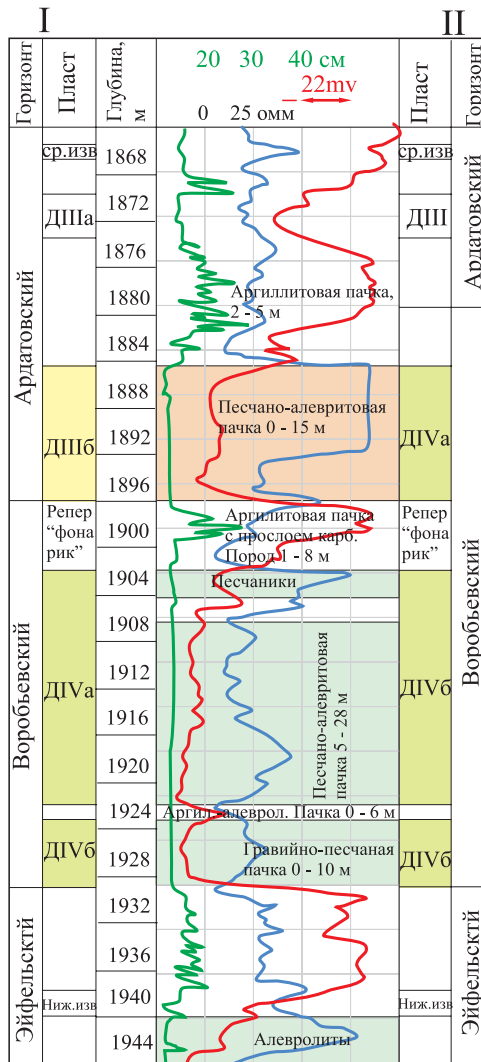
В трудах Н.Д. Азаматовой, Г.П. Батановой и И.В. Бадьяновой, на основании детального изучения спорово-пыльцевых комплексов, из нижней части живетского яруса восточного Татарстана по ряду разрезов получен дополнительный материал, который позволил отнести к воробьевскому горизонту аргиллит-алевролит-карбонатную пачку (репер «фонарик») и вышезалегающую песчано-глинистую пачку пород (Вопросы...1961). Комплекс спор из нижней части пласта D_{IV} (D_{IV}^6) на юго-востоке Татарии, по материалам скв. 7 Сулинской площади состоит преимущественно из спор подгруппы *Archaeozonotriletes* Naum. Руководящие виды в нем следующие: *Archaeozonotriletes vorobjensis* Naum., *Arch. vorobjensis* Naum. var. *rugosus* Pich. *Arch. meonacanthus* Naum. var. *rugosus* Pich. *Arch. pustulatus* Naum., *Arch. extensus* Naum., *Hymenozonotriletes polymorphus* Naum., *H. polyacanthus* Naum. По видовому составу он соответствует воробьевскому комплексу, выделенному Н.Г. Пыховой.

Залегающая над пластом D_{IV}^6 пачка карбонатно-песчано-аргиллитовых пород содержит комплекс спор, близкий вышеуказанному. Отличием является обнаружение здесь *Hymenozonotriletes ceber* Tschibr. вида, который, по данным Н.Г. Пыховой, входит в число доминантов старооскольского комплекса. Комплекс спор, выделенный из верхней части пласта D_{IV} и алевролит-аргиллитовой пачки над ним (скв. 7, 20 Сулинской площади), близок к воробьевскому. Здесь определены: *Archaeozonotriletes vulgatus* Naum., *A. meocanthus* Naum., *A. vorobjensis* Naum. *A. decorus* Naum., *A. extensus* Naum., *Acanthotriletes usitatus* Naum., *Acan. inferus* Naum., *Hymenozonotriletes ceber* Tschibr. На основании преобладания в этом комплексе воробьевских спор, а также в связи с тем, что и в нижней части горизонта встречается *Hymenozonotriletes ceber* Tschibr., к воробьевскому горизонту в Татарии рекомендовалось относить весь песчаный пласт D_{IV} и алевролит-аргиллитовую пачку над ним.

Большинство исследователей, изучающих терригенный девонский комплекс Татарии и прилегающих к нему районов, считают, что ритмы осадконакопления этой толщи имеют в основании песчано-алевролитовые отложения и венчаются (в полных разрезах) глинисто-карбонатными или глинистыми отложениями. Расчленение разреза осадочной толщи и выделение пластов-коллекторов производится с позиций седиментационной цикличности. В основу изучения седиментационной цикличности положен стратиграфический метод с учетом этапности осадконакопления и выявления естественных геологических рубежей и объёмов. В результате выделены и изучены циклы различных рангов: элементарные, темциклиты, зональные и региональные (Пантелеев, Козлов, 1997).

*Статья подана в порядке дискуссии.

Рис. 1. Схема эволюции взглядов на стратиграфию среднедевонских (воробьевско-ардаатовских) отложений юго-востока Татарстана по мнению: I – Л.Н. Егоровой, А.Н. Петровской, 1959 г., «Татнефтегазразведка», 1966г., С.И. Шевцова, А.Р. Кинзибека, В.И. Аверьянова, 1970г., Д.В. Наливкина 1973г., Ю.В. Арефьева, 1991г., И. А. Ларочкиной, 1994г., З.Д. Кафичева, 2000г., И.П. Зинатуллиной, 2001г., «ОренбургНИПИнефть», «ТНГФ»; II – Н.Д. Азаматовой, И.В. Бадьяновой, 1961г., С.Н. Мельникова, И.М. Акишева, 1966г., А.А. Губайдуллина, 1969г., И.А. Ларочкиной, 1989г., Н.В. Погребного, 1999г.



Пласты-коллекторы, приуроченные к пачкам алевролитопесчаных пород, залегают в основании зональных циклитов. По стратиграфическому объёму они соответствуют одному – двум темциклитам. Им свойственна единая модель строения, выраженная набором элементарных циклитов, сменяющих друг друга в определенной последовательности. Элементарные циклиты обладают одинаковой направленностью изменения типов пород снизу вверх от более грубых к более тонким. При этом песчанистые циклиты группируются в нижних частях темциклитов, более глинистые – в верхних. Согласно этой закономерности, породы, относимые к продуктивным коллекторам, концентрируются, как правило, в нижних частях полных элементарных циклитов, непродуктивные коллекторы – в нижних и средних, а неколлекторы и флюидоупоры – в верхних. Такая же последовательность фациального замещения пород отмечается по латерали. Песчаные породы пластов-коллекторов по площади переходят в алевролиты крупнозернистые, чаще всего обладающие свойствами непродуктивных коллекторов.

Таким же образом аргиллиты, как правило венчающие элементарные циклиты, по площади сменяются алевролитами мелкозернистыми, т. е. породы флюидоупоры переходят в породы-неколлекторы, экранирующие свойства которых сомнительны. Карбонатные породы живецкого яруса занимают подчиненное положение среди глинистых и алевролитопесчаных толщ. Кавернозно-поровые разности в них обычно маломощные. Они сформированы в результате вторичных процессов, видимо, по органично-обломочным известнякам.

В соответствии с унифицированной схемой стратиграфии палеозоя Волго-Уральской нефтеносной провинции (1962 г.) наиболее полные разрезы живецкого яруса имеют следующее строение (снизу вверх):

Воробьевский горизонт состоит из 4 литологических пачек (снизу вверх): а) гравийно-песчаниковая пачка (пласт Д_{IV}^б); б) алевролит-аргиллитовая пачка, являющаяся разделом между пластами Д_{IV}^а и Д_{IV}^б; в) песчано-алевролитовая пачка (пласт Д_{IV}^а); г) аргиллит-алевролит-карбонатная пачка (репер «фонарик») имеет широкое региональное распространение.

Ардатовский горизонт включает в себя 8 литологических пачек (снизу вверх): а) песчано-алевролитовая пачка (пласт Д_{III}^а); б) аргиллитовая пачка, являющаяся разделом между пластами Д_{III}^б и Д_{III}^а; в) песчано-алевролитовая пачка (пласт Д_{III}^б); г) аргиллитовая пачка, являющаяся разделом между пластами Д_{III}^а и Д_{III}^б; д) песчано-алевролитовая пачка (пласт Д_{III}^а); е) алевролит-аргиллитовая пачка с прослоями мергелей; ж) карбонатная пачка (репер «средний известняк»); з) аргиллитовая пачка с тонкими прослоями алевролитов (Рис. 1)

Выше этой пачки залегают песчано-алевролитовые породы пласта Д_{II} муллинского горизонта (Мельников, 1966). Воробьевский горизонт является базальным горизон-

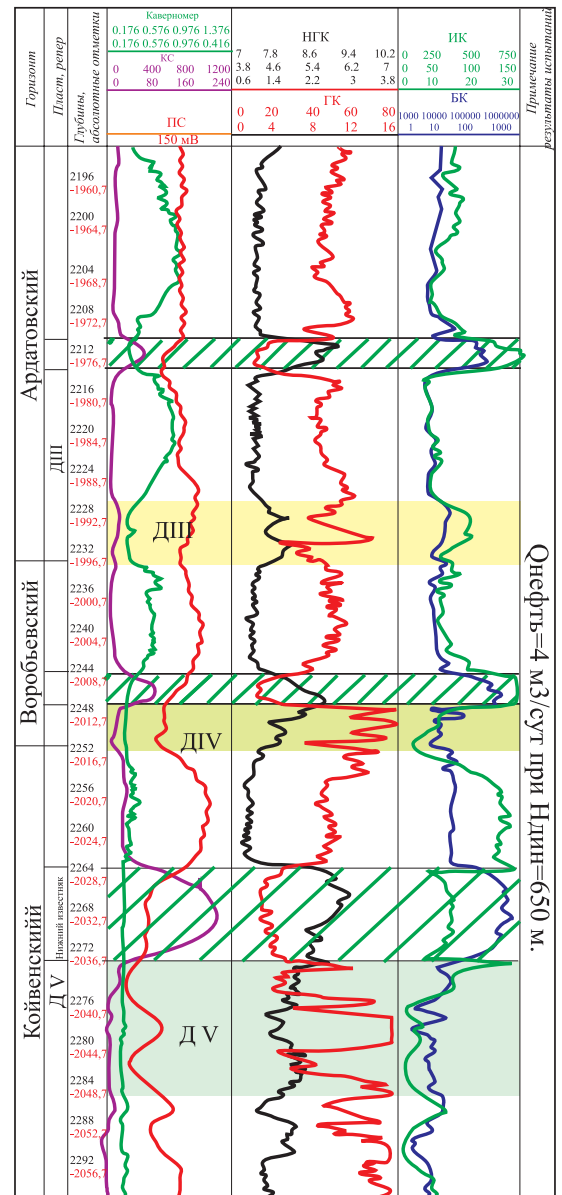


Рис. 2. Фрагмент короткодиаграммы терригенной девонской толщи на Исайкинской площади.

том живецкого яруса. Отложения воробьевских слоёв залегают с размывом на породах эйфельского яруса. Нижняя граница слоёв проходит в основании пласта D_{IV} , верхняя – в основании пласта D_{III} , т.е. проводится по кровле аргиллито-алевролитно-карбонатной пачке (репер «фонарик»), разделяющих пласты D_{III} и D_{IV} . В составе крупных ритмов первого порядка в живецких отложениях выделяются более мелкие ритмы. В воробьевском горизонте выделяется два ритма, соответствующих песчаным пластам D_{IV}^a и D_{IV}^b и покрывающей их аргиллито-алевролитно-карбонатной пачкой. Пласты-коллекторы воробьевского горизонта являются составными частями его нижней терригенной толщи.

Пласт D_{IV}^b сложен кварцевыми, главным образом, разнозернистыми и крупнозернистыми песчаниками с гравелитовой примесью. Песчаники светло-серые, слоистые, рыхлые, трещиноватые, цементом является глинистое вещество – каолинового, реже гидрослюдистого состава.

В аргиллитовой пачке, являющейся разделом между пластами D_{IV}^a и D_{IV}^b , определена фауна и комплекс спор, характерных для воробьевского горизонта.

Пласт D_{IV}^a сложен более мелкозернистыми песчаниками, чем пласт D_{IV}^b . Разнозернистые песчаники встречаются в виде тонких прослоев среди средне- и мелкозернистых песчаников, которые часто замещаются глинистыми алевролитами. Песчаники темно-серые, кварцевые мелкозернистые, довольно хорошо отсортированы, пористые (0,18 – 0,20 д. ед), проницаемость равна 0,139 – 0,303 мкм². Степень окатанности зерен различная, причем более крупные зерна окатаны лучше, чем мелкие. Цемент контактовый, нередко регенерационный, содержание каолинита уменьшается, а гидрослюды и смектита увеличивается. Алевролиты песчаные, светло-серые, с многочисленными глинистыми примазками и прослойками.

Выше пласта D_{IV}^a залегают пачка темно-серых тонкослоистых аргиллитов небольшой толщины, с прослоями глинистых алевролитов, чередующихся с сидерито-шамозитовыми скоплениями, в единичных разрезах с прослоями карбонатных пород (Зинатуллина, 2001). В аргиллитах определен комплекс спор, характерный для воробьевского горизонта.

Среди аргиллитов выделяются тонкие прослойки глинистых сидеритов и сидеритизированных аргиллитов с оолитами шамозита. Изредка встречаются выделения фосфата по органическим остаткам. К выдержанным прослоям оолитовых шамозито-сидеритовых образований приурочена активная пиритизация, скопления обуглившихся растительных остатков и гелевидное органическое вещество. В нижней части этой пачки в ряде скважин прослеживается карбонатный прослой репера «фонарик» (Рис. 1). По данным Страхова Н.М. подавляющее большинство морских железных руд приурочено либо к началу крупных и длительных волн погружения, к эпохам трансгрессий, либо к концу этих волн, отчетливо избегая их срединных моментов. Следовательно, данный тип породы можно относить к кровельной части воробьевских отложений, который является разделом между воробьевским и ардатским горизонтами. Аргиллитовая пачка воробьевского горизонта четко выделяется на кавернограммах увеличением диаметра скважин, может служить дополнительным коррелятивом при сопоставлении разрезов и является флюидоупором для нефтяных залежей пласта D_{IV}^a . Кровля этой глинистой пачки является кровлей воробьевского

горизонта. Толщина аргиллито-алевролитно-карбонатной пачки меняется от 1 до 12 м, на ряде площадей песчаные пласты ардатского возраста сливаются с песчаными пластами воробьевского горизонта.

По данным Зинатуллиной И.П., как дополнительный коррелятив разделения воробьевских и ардатских отложений используется медианный диаметр зерен. При сопоставлении данных гранулометрического анализа по пластам D_{IV}^a и D_{III}^b отмечено, что пласты воробьевского горизонта более грубозернистые. Разнозернистые песчаники встречаются во всех горизонтах живецкого яруса, но их процентное содержание резко уменьшается от воробьевского до муллинского горизонта. Размеры средних медианных диаметров зерен кварца также уменьшаются снизу вверх, породы становятся более отсортированными.

Для определения естественных радиоактивных элементов в образцах зерна, отобранных из отложений воробьевского и ардатского возраста, проводился гамма-спектрометрический анализ. По данным спектрального анализа в воробьевских отложениях отмечается аномальное содержание урана и тория (по урану в 5 раз и по торью в 10 раз), превышающее их среднее содержание в породах из вышележащих ардатских отложений. Содержание урана и тория может быть связано как с разломами и трещиноватыми зонами, так и с глинами и акцессорными минералами: монацитом, фосфатом, сульфидами цинка, свинца, которые могут содержаться в растворах, насыщенных газом.

Таким образом, как дополнительный коррелятив между трудно разделяемыми пластами ардатского и воробьевского горизонтов может служить высокая расчлененность разреза в воробьевских пластах по естественной радиоактивности, регистрируемой при замерах гамма-каротажа.

В пределах северной части Оренбургской области, в зоне сочленения Серноводско-Абдулинского авлакогена и южного окончания ЮТС (по поверхности кристаллического фундамента) установлены небольшие заливообразные зоны распространения пласта D_{IV} . На большей части территории воробьевский горизонт выражен в карбонатно-терригенной фации и имеет трёхчленное строение: в подошве залегает терригенный пласт D_{IV} или его аналог – маломощная глинистая пачка, в средней части – репер «фонарик», в верхней – глинистая или алевритово-глинистая толща (Рис. 2).

Продуктивные пласты-коллекторы представлены песчаниками светло-серыми, кварцевыми, мелкозернистого типа. Емкостные и фильтрационные свойства песчаных пород изменяются в пределах: коэффициент пористости 0,07 – 0,120 д. ед, проницаемость – 0,16 – 0,62 мкм². В строении верхней глинистой толщи воробьевского горизонта принимают участие аргиллиты. Среди них отмечаются маломощные прослойки алевролитов и известняков (репер «фонарик») (Рис. 2). Отличительной особенностью толщи является преобладание сидерита, который встречается повсеместно в виде примеси или образует линзовидные прослои и конкреции (Зинатуллина, 2001).

Отложения ардатского горизонта, в пределах южного окончания Южно-Татарского свода, распространены повсеместно и залегают на породах воробьевского горизонта.

Проанализировав работы прошлых лет (А.Н. Петровской, Л.Н. Егоровой, С.И. Шевцова, А.Р. Кинзикеева, В.И. Аверьянова, Д.В. Наливкина, И.А. Ларочкиной, Ю.В. Арефьева, З.Д. Кафичева и И.П. Зинатуллиной) специалисты ТатНИПИнефть считают, что нижняя граница ардатского

го горизонта проводится по подошве пласта D_{III} (или по кровле аргиллито-алевролито-карбонатной пачки (репер «фонарик» воробьевского горизонта)). Верхняя – по кровле аргиллитов, залегающих выше репера «средний известняк» и характеризующихся ардатовским комплексом спор. На каротажных диаграммах обычно отбивается по кровле максимума по кривой ПС и четко прослеживается в тех скважинах, где плотные аргиллиты сменяются проницаемыми и пористыми песчаниками пласта D_{II} муллинских слоёв. Эта граница несколько условна в разрезах с повышенным содержанием алевролитового и песчаного материала в кровле аргиллитовой пачки, а также в разрезах, где отсутствуют песчано-алевролитовые слои пласта D_{II} , когда они замещаются глинистыми алевролитами и аргиллитами.

По литологическому составу ардатовский горизонт подразделяется на две толщи: нижнюю – песчано-алевролитовую, в составе которой выделяются пласты-коллекторы D_{III}^a и D_{III}^b , реже D_{III}^c , и верхнюю – карбонатно-аргиллитовую. Пласт D_{III}^a сложен песчаниками мелкозернистыми с прослоями средне- и разномзернистых. Пласт D_{III}^b представлен песчаниками и алевролитами, часто глинистыми, серого цвета, кварцевого состава. Глинистый раздел между пластами D_{III}^a и D_{III}^b представлен алевролитовыми аргиллитами и глинистыми алевролитами. Пласт D_{III}^c сложен алевролитами, песчаниками серыми кварцевыми с прослоями глинистых алевролитов и аргиллитов. Алевролиты в разной степени глинистые, характеризуются буровато-серой окраской. Минералогический состав алевролитов представлен кварцем, реже полевым шпатом. Цементом в алевролитах является глинистое вещество гидрослюдистого состава. Коэффициент пористости пластов-коллекторов, представленных алевролитами, изменяется от 0,11 до 0,16 д.ед.

Песчаники пластов-коллекторов D_{III}^a и D_{III}^b являются мелкозернистыми алевролитовыми с неясной слоистостью. Минералогический состав песчаников аналогичен алевролитам. Коэффициент пористости песчаников колеблется в пределах 0,16 до 0,24 д.ед., а проницаемость изменяется от 0,005 до 2 мкм². Карбонатно-аргиллитовая пачка, представленная аргиллитами, глинистыми алевролитами и карбонатными породами (репер «средний известняк») с остатками фауны брахиопод и острокод.

Аргиллиты, подстилающие и перекрывающие репер «средний известняк», темно-серые до чёрных, тонкослоистые, местами с примесью алевролитового материала. Прослой карбонатных пород в пределах юго-восточного склона ЮТС развит повсеместно, представлен буровато-серым с коричневым оттенком доломитизированным известняком и является в терригенном девонском комплексе наиболее выдержанным репером. Породы карбонатно-аргиллитовой пачки являются надёжным флюидоупором для залежей нефти ардатовского горизонта.

В пределах северной части Серноводско-Абдулинского авлакогена и на крайнем южном окончании Южного склона Татарского свода отмечается зона распространения пластов-коллекторов ардатовского возраста. Пористо-проницаемые разности в ардатовском горизонте отличаются от пластов-коллекторов воробьевского возраста лучшей сортировкой и более мелкозернистым составом составляющих песчаных пород. Они представлены, в основном, песчаниками мелкозернистыми, редко среднезернистыми, алевролитами крупнозернистыми. Песчаники и алевролиты существенно кварцевые, обломки полевых шпатов в редких

случаях составляют 3–4%. Состав цемента глинистый и известково-глинистый. Продуктивные пласты повсеместно перекрыты надёжным глинистым флюидоупором. Нижняя часть этой толщи представлена аргиллитами, верхняя – с прослоем известняков, алевролитов.

Итак, на сегодняшний день существует два мнения об объёмах воробьевского и ардатовского горизонтов.

1. Воробьевский цикл, как и последующие, начинается песчаниками и заканчивается аргиллито-алевролито-карбонатной пачкой (репер «фонарик» (репер «ардатовский» в Башкирии)).

2. В противоположность этому, результаты детального изучения споро-пыльцевых комплексов геологами прошлых лет, позволяют относить песчаный пласт и глинистую пачку, расположенных выше репера «фонарик» (репер «ардатовский» в Башкирии), к воробьевскому горизонту.

Проанализировав имеющиеся публикации и фондовый материал (См. Отчеты), специалисты ТатНИПИнефть считают, что песчаный пласт, залегающий выше репера «фонарик» (репер «ардатовский» в Башкирии) следует отнести к ардатовскому горизонту и индексироваться, как пласт D_{III} .

Однако, при наличии нефтенасыщенных толщ в пласте D_{IV} воробьевского возраста и D_{III} ардатовского горизонта, при незначительной толщине разделяющей их аргиллито-алевролито-карбонатной пачки (репер «фонарик» (репер «ардатовский» в Башкирии)), около 4 м, пласты являются единым объектом эксплуатации.

Литература

- Вопросы геологии, разработки, бурения скважин и добычи нефти.* Труды выпуск III, ТатНИПИ. Бугульма. 1961.
- Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области.* Под ред. А.С. Пантелеева, Н.Ф. Козлова. Оренбург. 1997.
- Мельников С.Н. *Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности среднедевонских отложений Южного купола Татарского свода.* Том 1. Диссертация. Бугульма. 1966.
- Зинатуллина И.П. *Литолого-минералогическая характеристика живецких отложений юго-востока Татарстана в связи с перспективами их нефтеносности.* Диссертация. Казань. 2001.
- Отчет по теме № 6/62 «Подсчет запасов нефти и растворенного в нефти газа в отложениях девона и карбона Ромашкинского месторождения». Инв. № 446-1 ДСП. Рук.: Бадьянов В.А. Бугульма. 1965.
- Отчет по теме № 4/67 «Стратиграфия, литология и фации девона и карбона восточной Татарии». Бугульма. 1969.
- Стратиграфия и литология палеозоя Волго-Уральской области.* Выпуск 26. Казань. 1970.
- Стратиграфия СССР. Девонская система.* Москва. 1973.
- Подсчет запасов нефти Родниковского месторождения Татарской АССР по состоянию на 01.01.1991 г. Отчет по теме 51/90. Отв. исп. Ю.М.Арефьев. Казань. 1991.
- Отчет по теме № 23.079 «Перспективы нефтеносности эйфельско-живецких отложений девона на территории Ромашкинского месторождения». Инв. № 3711 ДСП. Авторы Ларочкина И.А., Базаревская В.Г. и др. Бугульма. 1994.
- Пересчет запасов нефти Матросовского месторождения РТ по состоянию на 01.01.1999 г. Инв. N 4049 ДСП. Казань. 1999.
- Стратиграфическая унификация пластов коллекторов девона и карбона по разведочным площадям РТ на основе их детальной корреляции... Этап I. «Терригенный девон». Казань. 2000.
- Отчет по договору А 9.1-48/98 «Уточнение геологического строения и оценка запасов нефти горизонтов D_{III} - D_{IV} Ромашкинского месторождения. Отв. исп. В.Г.Грызунов. Бугульма. 2000.

Гюзель Ахметгалиевна Валева
Геолог геологического отдела НГДУ
«Бавлынефть»

