

УДК 553.98(571.1):550.8.011

ОСОБЕННОСТИ ТУРОНСКОГО ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.И. Кудаманов

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень

E-mail aikudamanov@rosneft.ru

Показаны результаты комплексных лабораторных исследований туронских отложений (кузнецовская свита) в керне скважины 1 (порядка 48 м), проведенных с детальностью примерно 0,7 обр/м. Используются данные камерального описания керна, гранулометрического и рентгеноструктурного анализа (РСА), петрографического анализа в прозрачных шлифах, определения пористости и проницаемости. Результаты комплексного анализа полученных данных позволили выделить в строении изученного разреза трансгрессивные осадки (пачка I) и, перекрывающие их, регрессивные отложения (пачки II и III, продуктивный пласт T), характеризующиеся отличительными чертами. С учетом результатов региональных палеогеографических реконструкций сделаны выводы о закономерностях процессов осадконакопления трансгрессивно-регрессивного комплекса постсеноманских пород.

Ключевые слова: турон, кузнецовская свита, трансгрессия, регрессия, пачки отложений, аутигенное минералообразование, глауконит, сидерит, смектиты, биотурбация

Позднесеноманская регрессия на территории Западной Сибирской плиты (ЗСП) (сформировавшая верхние пласты ПК) сменилась в начале туронского века региональной трансгрессией с затоплением большей части территории ЗСП и длительным существованием нормального морского режима.

Территория исследований в туронское время, согласно Атласу литолого-палеогеографических карт Нестерова И.И. [1], принадлежала относительно глубокой части шельфа, и была удалена от ближайшего восточного побережья на расстояние в несколько сотен километров. Береговая линия по мере развития раннетуронской трансгрессии и затопления ЗСП постепенно сместилась далеко на восток (**рисунок 1а**). Плоский рельеф морского дна и окружающей пенеппенизированной суши, значительная удаленность от источников сноса (сотни километров) существенно затрудняли проникновение терригенных осадков внутрь морского бассейна.

Согласно [2] до середины неогена (порядка 5 млн. лет назад) в западной части территории Средней Сибири, существовал водораздел западносибирской и восточносибирской (Байкальской) гидросистем, субмеридионального простирания (**рисунок 1б**). Поступление осадочного материала на территорию ЗСП с востока осуществлялось, в целом, водотоками западного склона этого водораздела (**рисунок 1б**). Проработанные древние долины, судя по распределению песчаного материала на территории ЗСП, были затем унаследованы реками Нижняя и Подкаменная Тунгуска и Ангара при формировании современного облика «сквозного» (меридионального) Енисея.

Таким образом, (**рисунок 1**) результаты региональной палео-реконструкции позволяет обоснованно предположить, что терригенная составляющая осадков на

территорию участка исследований транспортировалась со стороны складчатых сооружений Сибирской платформы и Енисейского кряжа водами нижнего течения палео-Подкаменной Тунгуски. Значительная удаленность от береговой линии и расположение в стороне (к северу) от устьевой части этой палео-реки, привели к тому, что псаммито-алевритовые фракции в отложениях нижнего турона представлены незначительно.

Кузнецовская свита туронского века на территории ЗСП залегает в основании толщи морских осадков верхнего мела, прослеженной вверх до палеогена. Начало туронской трансгрессии характеризуется некомпенсированным состоянием бассейна и отложением в открытом и относительно глубоководном море почти черных слабо битуминозных (большой частью аутигенных) глин.

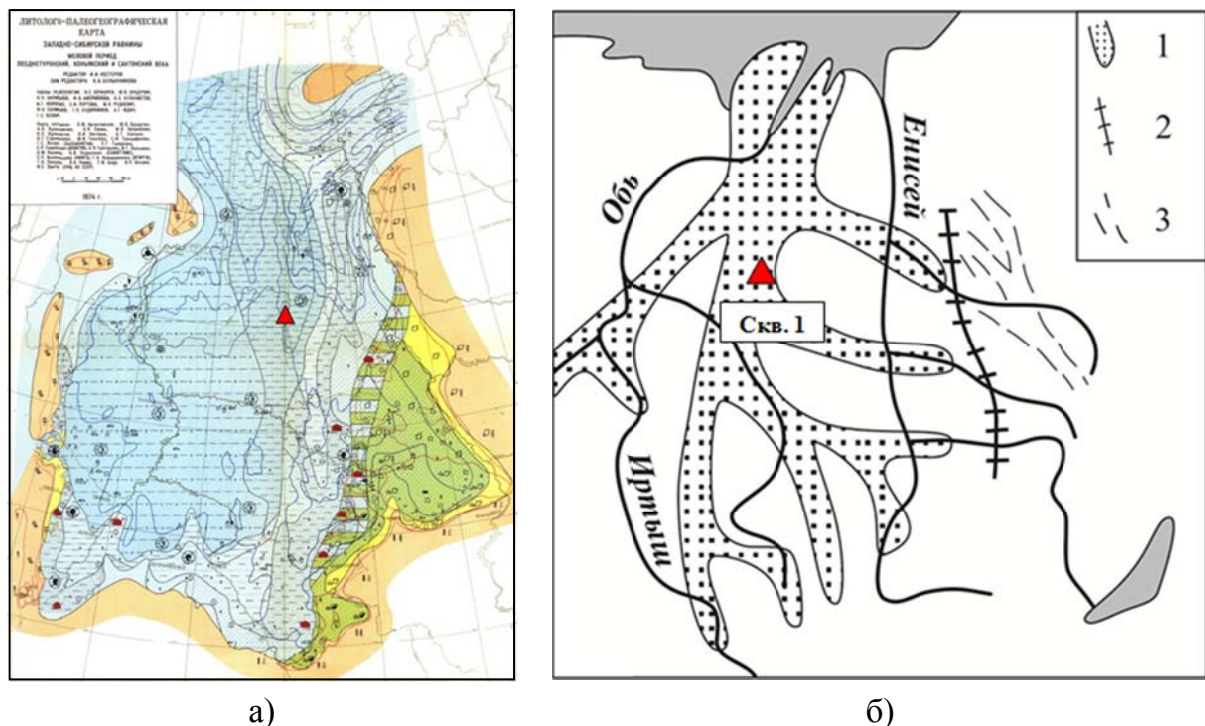


Рисунок 1. Положение скважины 1 (красный треугольник) на литолого-палеогеографической карте Западно-Сибирской равнины, туронский век (а) [1]; на Схеме гидросети ЗСП в олигоцене-неогене (б). Условные обозначения: 1 – долины древних рек; 2 – водораздел западосибирской и восточносибирской гидросистем; 3 – фрагменты речных долин Байкальской гидросистемы [2]

Вверх по разрезу глины постепенно становятся зеленовато-серыми, в восточной части бассейна в их составе появляются линзовидные прослои алевритового материала, что указывает на регрессию моря (и/или проградацию палео-дельт) и поступление обломочного материала из прилегающей с востока прибрежной области. Другими словами, трансгрессивные набухающие глины нижнего турона перекрываются песчано-алевритовыми глинистыми отложениями с глауконитом (газонасный пласт Т). Характеристика состава и строения отложений турона северо-востока ЗСП приведена по керновым данным скважины 1 (рисунок 2).

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕДИМЕНТОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ ИНЖИНИРИНГЕ

№ п/п	Лабораторный номер образца	Глубина по бурению, м	Глубина по ГИС, м	Циклиты по гран/составу	Литологические пачки	Степень биотурбации, И-интенсив., У- умерен.	Потеря от НСЛ, %вес.	Пелит. фр. <0,01, %	глина по РСА пор., %	глина по шлифам, %	глауконит по шлифам, %	сидерит по шлифам, %	пирит по шлифам, %	РД, %	Кл+Хл+Гсл по РСА, %	ССО+М по РСА, %	набухаемость, %	пористость по геллю, %	прониц. по геллю, мД	Структурное название породы по гран.составу
1	2619/16	1025,16	1030,91		III	У	5,60	16,24	13,8	10	1,0	3,5	2,5	5,5	83	17	14	20,8	0,51	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый
2	2626/16	1025,67	1031,42			У	5,57	15,90	12,6	15	2,0	5,0	2,5	4,5	88	12	7	21,5	0,76	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый
3	2628/16	1026,69	1032,44			И	4,88	13,28	17,3	12	0,5	2,5	1,5	2,5	89	11	5	19,9	0,53	Алевр. кр-м/з, пел-тый
4	2629/16	1027,54	1033,29			И	5,98	15,82	14,7						91	9	4	22,7	1,09	Алевр. кр-м/з, пел-тый
5	2631/16	1028,34	1034,09			И	4,98	22,18	15,1	10	4,0	2,5	2,5	4,5	86	14	5	21,6	1,84	Алевр. кр-м/з, пел-тый
6	2635/16	1029,76	1035,51			И	5,92	21,21	15,1						93	7	2	23,3	1,27	Алевр. кр-м/з, пел-тый
7	2643/16	1030,40	1036,15			И	6,84	15,20	15,2	8	5,0	2,5	1,7	2,5	92	8	3	24,0	2,15	Алевр. кр-м/з, пел-тый
8	2647/16	1031,32	1037,07			И	8,39	17,36	14,8	8	3,0	5,5	2,5	4,5	89	11	4	21,0	0,45	Алевр. кр-м/з, пел-тый
9	2649/16	1032,14	1037,89			И	5,63	14,46	14,2	10	3,0	2,5	1,3	2,5	89	11	4	22,0	0,80	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый
10	2653/16	1032,72	1038,47			И	5,33	16,75	14,1	10	3,0	2,5	1,3	2,5	88	12	4	23,8	2,46	Алевр. кр-м/з, пел-тый
11	2660/16	1033,41	1039,16			И	3,70	14,73	18,2	5	25,0	2,5	2,5	2,5	86	14	5	23,2	3,31	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый
12	2663/16	1034,13	1040,36			И	20,37	15,70	20,1	15	0,2	18,0	1,5	1,7	90	10	3	21,2	0,84	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сидерит-тый
13	2666/16	1035,51	1041,74			И	5,55	14,73	25,0	20	0,2	5,0	1,7	1,7	89	11	4	20,5	2,41	Алевролит кр-м/з, пел-тый
14	2670/16	1036,20	1042,43			И	4,90	13,74	15,5						95	5	2	20,4	1,36	Алевролит кр-м/з, пел-тый
15	2675/16	1036,66	1042,89			И	27,78	17,04	15,7	10	0,2	30,0	1,7	1,3	91	9	7			Алевр. кр-м/з, пел-тый, сидеритовый
16	2679/16	1037,65	1043,88			У	5,12	15,08	21,5						82	18	13	21,5	1,18	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый
17	2680/16	1038,59	1044,82			И	10,67	14,34	21,6	8	0,2	5,0	1,7	2,5	88	12	8	21,2	0,84	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый, сл. сидерит-тый
18	2686/16	1039,69	1045,92			И	4,32	19,49	17,8	15	8,0	1,0	1,7	2,5	87	13	10	20,8	0,61	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый
19	2689/16	1040,33	1046,56			И	4,54	18,65	21,5	15	4,0	0,5	1,7	2,5	76	24	17	22,0	1,73	Алевр. кр-м/з, пел-тый
20	2698/16	1041,43	1047,66		И	4,45	22,56	15,0	12	10,0	0,7	1,7	3,5	77	23	18	22,5	1,36	Алевр. кр-м/з, пел-тый	
21	2706/16	1043,69	1050,28		И	3,82	19,42	15,0	15	8,0	0,5	1,7	1,7	78	22	18	22,1	1,47	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый	
22	2717/16	1044,54	1051,13		И	3,57	15,70	13,4	12	5,0	0,5	1,3	1,3	80	20	15	23,3	10,48	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый	
23	2723/16	1045,86	1052,45		У	3,62	20,50	16,2						73	27	23	17,4	0,48	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый	
24	2725/16	1046,60	1053,19		И	3,65	18,64	13,9	10	5,0	0,2	1,3	1,7	71	29	24	29,5	6,36	Алевр. кр-м/з, пел-тый	
25	2732/16	1047,60	1054,19		И	5,44	16,32	21,8	15	2,0	3,0	1,7	1,7	70	30	25	23,9	2,37	Алевр. кр-м/з, пел-тый	
26	2734/16	1048,70	1055,29		И	4,96	17,71	13,7						71	29	25	23,0	0,86	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый	
27	2735/16	1049,27	1055,86		И	3,96	14,83	19,4	10	3,0	0,3	1,5	2,5	70	30	25	23,7	0,68	Алевр. кр-м/з, пел-тый	
28	2745/16	1050,25	1056,84		У	52,00	10,61	13,1	0	3,0	10,0	0,7	1,5	68	32	29			Карбонатная порода	
29	2752/16	1051,27	1057,86		И	4,34	21,35	14,7	10	3,0	1,0	2,5	2,5	63	37	35	20,8	3,72	Алевр. кр-м/з, пел-тый	
30	2759/16	1052,36	1059,34		У	3,03	10,61	9,1	8	6,0	0,3	1,5	1,3	59	41	37	28,1	26,36	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый	
31	2773/16	1053,60	1060,58		У	2,85	13,88	5,5	5	6,0	0,7	1,7	1,3	58	42	37	29,5	21,49	Алевр. кр-м/з, пел-тый	
32	2779/16	1054,81	1061,79		И	3,91	40,83	26,3	30	4,0	0,2	2,3	1,7	75	25	21	20,4	2,26	Алевр. м/з, пел-вый	
33	2789/16	1057,68	1064,66		И	21,81	18,42	19,6	7	3,0	11,0	1,7	2,5	73	27	24	22,2	2,64	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый, сидерит-тый	
34	2796/16	1059,60	1066,58		И	3,89	24,47	24,8	25	2,0	0,5	2,7	2,5	60	40	37			Алевр. кр-м/з, пел-тый	
35	2803/16	1061,48	1068,36		У	4,49	31,59	20,0	15	1,0	6,0	2,5	3,5	67	33	30	20,9	0,79	Алевр. м/з, пел-вый	
36	2807/16	1062,30	1069,18		И	5,43	19,54	15,0	8	3,0	1,5	1,7	3,5	73	27	26	24,1	2,66	Алевр. кр-м/з, пел-тый	
37	2811/16	1063,38	1070,26		И	4,95	34,42	22,0	10	3,0	2,0	2,5	1,7	60	40	37	20,6	1,46	Алевр. м/з, пел-вый	
38	2817/16	1064,00	1070,88		И	5,41	25,06	20,1	15	1,5	3,0	1,5	1,7	61	39	36	19,6	0,79	Алевр. кр-м/з, пел-вый	
39	2819/16	1065,34	1072,22		И	9,42	20,85	33,5						56	44	41	21,3	1,44	Алевр. кр-м/з, пел-тый	
40	2820/16	1066,38	1073,26		И	4,52	35,69	23,1	15	1,5	2,0	2,5	1,5	56	44	42	20,4	2,69	Алевр. м/з, пел-вый	
41	2822/16	1068,42	1075,30		И	5,28	52,58	24,4	85	1,5	0,1	2,5	1,7	52	48	45	20,1	0,25	Аргиллит алев-вый	
42	2823/16	1069,30	1076,18		И	3,62	19,61	11,3						41	59	56	24,0	3,22	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый	
43	2830/16	1069,84	1076,72		И	3,57	9,27	9,6	8	5,0	0,1	1,5	1,3	44	56	53	24,7	8,18	Алевр. кр-м/з, сл. пел-тый, сл. песч-тый	
44	2831/16	1070,50	1077,38		И	3,61	21,82	12,5	10	5,0	0,1	2,0	1,7	43	57	52	22,3	1,82	Алевр. кр-м/з, пел-тый, сл. песч-тый	
45	2832/16	1071,59	1078,47		И	3,80	42,50	15,5	35	1,5	0,1	2,5	1,3	50	50	46	19,9	4,53	Алевр. м/з, пел-вый	

Рисунок 2. Основные результаты лабораторных исследований керна скважины 1

Условные обозначения: синие треугольники – циклиты регрессивного типа, выделенные по гран/составу (0,7 обр./м); коричневые прямоугольники (I, II, III) – литологические пачки, выделенные при комплексном анализе накопленной информации; сиреневые строки – карбонатные прослои; желтые ячейки – отсутствие информации. Закрашены ячейки с аномальными содержаниями сидерита, глауконита, пирита, РД.

Значительная удаленность побережий предполагает дефицит поступления терригенных осадков в обстановках дальней зоны (ниже базиса штормов). О дефиците терригенного материала свидетельствует широкое распространение аутигенных минералов: глауконита, пирита, различных карбонатов и глинистых минералов группы смектитов (рисунок 2) [3]. Широкое распространение процессов биотурба-

ции может свидетельствовать – либо о глубинах ниже базиса штормовых волн, либо о слабой энергии штормовых процессов в туронском веке (отсутствие выраженной климатической зональности).

В разрезе туронских пород (**рисунок 2**), охарактеризованных керном, достаточно четко обособляются пачки I, II и III. В целом по разрезу снизу вверх сумма смешаннослойных образований (ССО) и смектитов, а также степень набухаемости пород заметно уменьшаются (пачка II является переходной).

Также уменьшается содержание пелитовой фракции (при этом размерность обломочных фракций практически не меняется). Положительные аномалии сидерита и глауконита не совпадают по глубине, и максимальные значения аномалий (в том числе РД) характерны для верхней части разреза (пачка III). Кроме этого, снизу вверх заметно снижаются значения пористости и проницаемости.

Нижняя пачка I, подстилающая пласт T, сформировалась во время высокого стояния относительного уровня моря (ОУМ) в обстановках дальней зоны (ДЗ) профиля побережья (ниже базиса штормовых волн), в условиях дефицита терригенного материала и широкого развития процессов аутигенного минералообразования (**рисунок 3**).

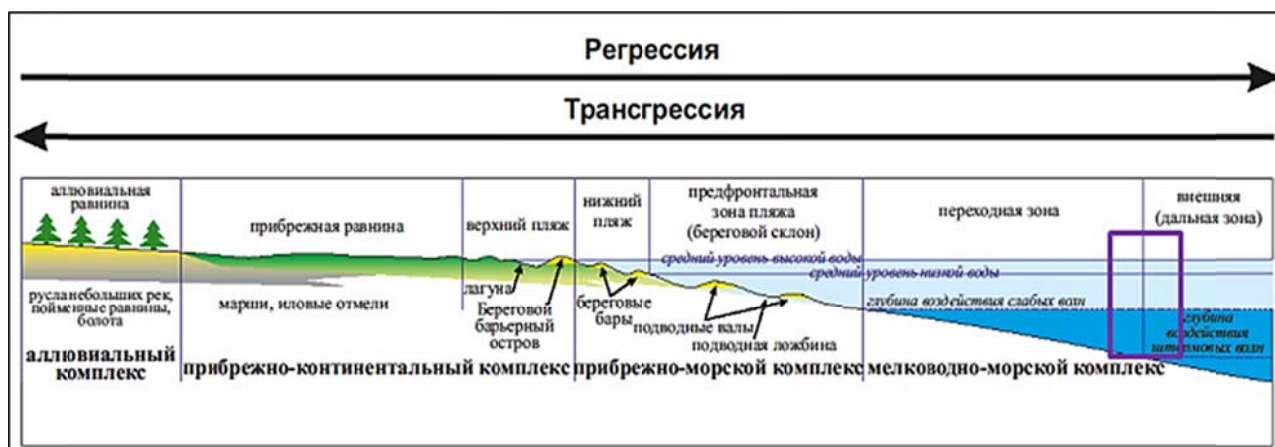


Рисунок 3. Схема геоморфологических единиц профиля побережья линейного (миграционного) типа [4]. Сиреневым прямоугольником выделена наиболее вероятная зона глубин накопления осадков пачки I туронских пород Харампурского ЛУ

Средняя пачка II (переходная) характеризует переломный период в трансгрессивно-регрессивной последовательности движения ОУМ, содержит прослои карбонатизированных алевролитов, и отражает начальные стадии регрессии моря (проградации дельтового комплекса), сформировавшей газоносную газсалинскую пачку кузнецовской свиты (пласт T).

Верхняя пачка III накапливалась в процессе развития регрессии бассейна (дальнейшей проградации дельты).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ:

1. Визуально, на фоне преобладающего тонкозернистого строения интенсивно биотурбированных осадков, хорошо выделяются прослой карбонатизации (небольшой мощности, с резкими границами), прослой обогащения глауконитом, сидеритом, пиритом (как правило, мощностью не больше 1 м, и с постепенными границами), подтвержденные лабораторными данными;
2. В результате сравнительного анализа лабораторных данных (рисунок 1) в данном интервале разреза выделены пачки (I, II и III) – преимущественно на основании особенностей распространения набухающих глинистых компонентов;
3. Нижняя пачка I, сложенная интенсивно биотурбированными глинистыми алевролитами с наибольшим содержанием набухающих глин (с однообразной записью диаграмм ГИС), накапливалась в течение раннетуронской трансгрессии в обстановках высокого стояния ОУМ, значительной удаленности от побережья, в мелководных условиях валлообразного поднятия участка исследований. Характеризуется дефицитом терригенного материала и развитием аутигенного минералообразования (глауконит, сидерит, пирит, смектиты и пр.);
4. Раннетуронская трансгрессия сменяется позднетуронской регрессией (сформировавшей опесчаненную газсалинскую пачку кузнецовской свиты, пласт Т);
5. Пачка II, залегающая выше пачки I, характеризуется слабозаметным трендом понижения общего содержания глин, значительным снижением содержаний набухающих компонентов (рисунок 1) и появлением относительно частых тонких (первые десятки сантиметров) прослоев (с интервалом не более 5-7 м) карбонатизированных алевролитов;
6. Пачка III, венчающая разрез, характеризуется еще большим снижением общего содержания глин и содержаний набухающих глин, иногда с единичными тонкими (первые десятки сантиметров) прослоями карбонатных алевролитов;
7. Граница между пачками II и III (по керну) в достаточной мере условная (по кровле верхнего карбонатного прослоя с интервалом не более 5-7 м от нижележащего прослоя карбонатизации);
8. Регрессивные пачки глинистых алевролитов II и III представляют продуктивный пласт Т (газсалинскую пачку кузнецовской свиты);
9. Для участка исследований характерна значительная удаленность в туронском веке от побережий – ближайшая береговая линия находилась на востоке на удалении в первые сотни километров (согласно [1]), также постоянно отмечаются признаки относительно мелководных условий (интенсивная биотурбация и отсутствие следов постоянных волн). С учетом полученных данных можно предположить, что осадконакопление данных отложений проходило на участке морского дна («шельфа»), осложненного положительной валлообразной структурой;
10. Относительное уменьшение глинистой составляющей в породах пачек II и III (относительно пачки I), заметное повышение содержаний обломочных

фракций (без увеличения размерности зерен) и «резкое» снижение доли набухающих глин можно объяснить повышением темпов осадконакопления в результате усиления эоловых процессов переноса терригенного материала (пыльные бури – в результате активизации процессов формирования климатической зональности). Возможны эпизодические проникновения речных вод (клина или плюма пресной воды) с образованием прослоев карбонатизированных алевролитов (?) небольшой мощности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины в масштабе 1:5000 000 / под ред. И.И. Нестерова. – Тюмень, ЗапСибНИГНИ. – 1976. Вып. 93.
 2. Малолетко А.М. Эволюция речных систем Западной Сибири в мезозое и кайнозое. Томск: Томский государственный университет, 2008. – 288 с.
 3. Емельянов Е.М. Барьерные зоны в океане: Осадко- и рудообразование, геоэкология / РАН, Ин-т океанологии им. П.П. Ширшова. – Калининград: Янтар. сказ, 1998. – 416 с.
 4. Кудаманов А.И. Геологическое строение и условия формирования отложений валланжина на примере продуктивных пластов Сургутского свода Западно-Сибирской плиты // Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук – Томск: ТГУ, 2007. 193 с.
-



Кудаманов Александр Иванович. Кандидат геолого-минералогических наук, эксперт ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень.