

УДК 550.8.05

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСТАНОВОК  
ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗИМНЕ-  
СТАВКИНСКО-ПРАВОБЕРЕЖНОГО И ВЕЛИЧАЕВСКО-КОЛОДЕЗНОГО  
ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ**

© Еремина Н.В., Стерленко З.В., Туманова Е.Ю., Черненко К.И.

*Северо-Кавказский Федеральный Университет, г. Ставрополь, Россия*

*Проведен сравнительный анализ обстановки осадконакопления готеривских (IX пласт) и аптских (VIII пласт) отложений двух наиболее значимых нефтяных месторождений Величаевско-Максимокумской зоны нефтегазонакопления - Зимне-Ставкинско-Правобережного и Величаевско-Колодезного по данным гранулометрического состава с применением кластерного анализа.*

*Ключевые слова. Обстановка осадконакопления, гранулометрический состав, кластерный анализ, коллекторские свойства, уровень гидродинамической активности*

В настоящее время в пределах Восточного Ставрополя большинство эксплуатируемых месторождений углеводородов находятся на заключительной стадии разработки. Вместе с тем, по мнению многих ученых и специалистов, в разрезе остались пропущенные интервалы, которые в силу различных причин не были вовлечены в разработку. Поэтому весьма актуальной задачей является их изучение с целью обоснования возможности прироста запасов УВ за счет вовлечения в промышленную

эксплуатацию пропущенных нефтегазоносных интервалов и участков продуктивных пластов.

Особый интерес в этой связи представляют нижнемеловые отложения (аптские и -готеривские). В связи с тем, что прогнозирование зон распространения этих пород-коллекторов и их свойств во многом опирается на реконструкции фациальных обстановок осадконакопления, тема исследования представляется весьма актуальной.

Ранее была установлена связь между обстановкой осадконакопления и коллекторскими свойствами, изучалась активность обстановки осадконакопления при формировании IX пласта (готеривские отложения) и VIII пласта (аптские отложения) нижнего мела и дана сравнительная характеристика палеогидродинамической обстановки формирования осадочных пород Величаевско-Колодезной и Зимне-Ставкинско-Правобережной площадей различными методами [1, 2, 3].

В процессе описываемых исследований было просмотрено и проанализировано более 100 гранулометрических анализов исследуемых пород. По этим данным были построены кумулятивные кривые, а также определены медианный диаметр и степень отсортированности по Траску. По этим данным были построены генетические диаграммы для двух основных продуктивных резервуаров Величаевско-Колодезной и Зимне-Ставкинско-Правобережного для отложений IX и VIII пластов. Таким образом, подверглись сравнительному анализу четыре объекта: IX пласт Зимне-Ставкинско-Правобережной площади; IX пласт Величаевско-Колодезной площади; VIII пласт Зимне-Ставкинско-Правобережной площади; VIII пласт Величаевско-Колодезной площади

Рассмотрим особенности осадконакопления IX пласта (рис. 1, 2).

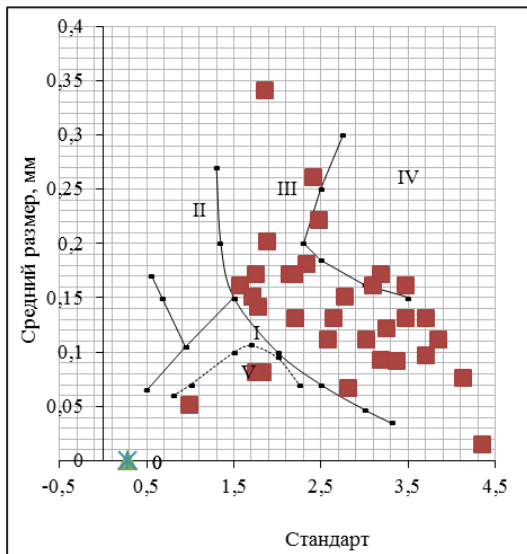


Рис. 1. Генетическая диаграмма по Рухину Л.Б. для IX пласта Зимне-Ставкинско-Правобережной площади

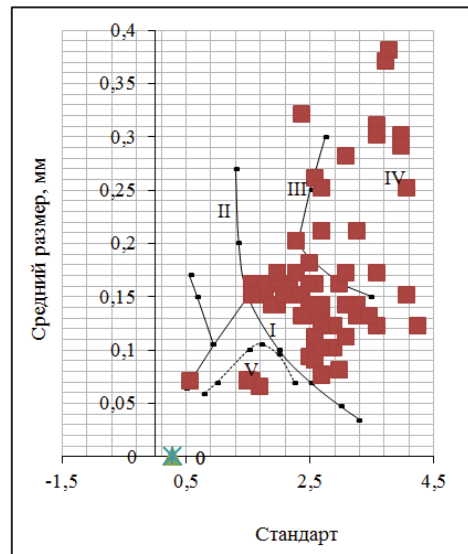


Рис. 2. Генетическая диаграмма по Рухину Л.Б. для IX пласта Величаевско-Колодезной площади

Анализ генетических диаграмм по Рухину Л.Б. [4] показал, что отложения формировались преимущественно в условиях однонаправленных морских течений.

Для определения уровня активности течений использовалась методика Муромцева В.С., которая определяет пять палеогидродинамических уровней, отражающих динамическую активность среды седиментации [5]. По этой методике были определены уровни палеогидродинамической активности и построена гистограмма распределения этих уровней (рисунок 3).

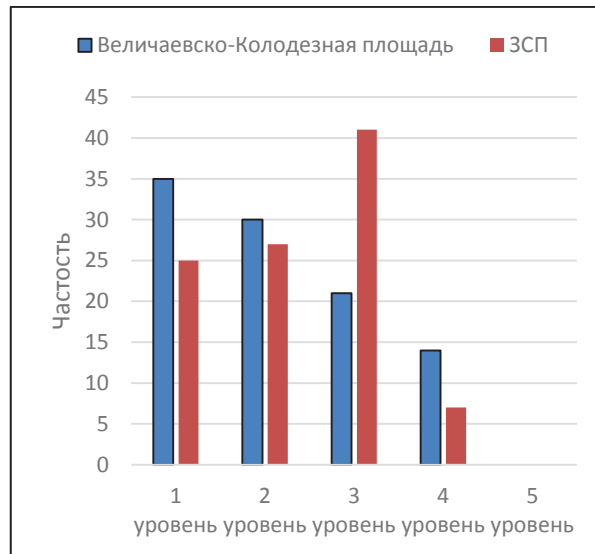


Рис. 3. Гистограмма распределения уровней палеогидродинамической активности (IX пласт)

Обстановки осадконакопления на рассматриваемых площадях в готеривское время были идентичными, но для **Величаевско-Колодезной площади** характерна более активная обстановка осадконакопления, способствующая формированию пород-коллекторов с повышенными коллекторскими свойствами, что подтверждается анализом распределения значений открытой пористости (рисунок 4).

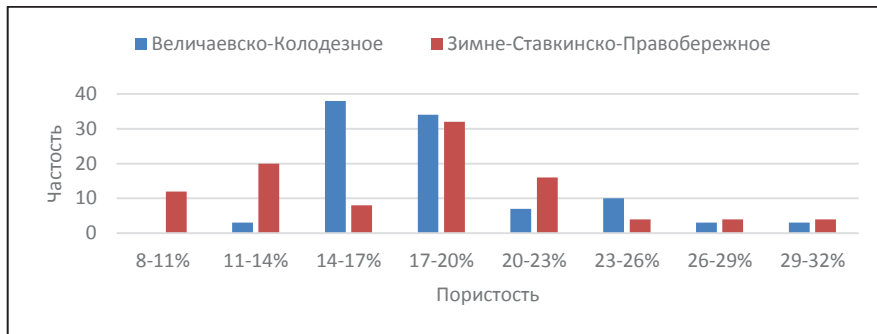


Рис. 4. Гистограмма с распределением по пористости (IX пласт)

Эти выводы коррелируются с результатами построений графиков средних значений диагностических признаков использованных для группирования объектов, сформировавшихся в различных условиях осадконакопления (рисунки 5, 6). При этом использован кластерный анализ, реализованный в компьютерной программе Statistica.

Все исследованные объекты группировались в три класса. Каждый кластер характеризуется присущими ему особенностями: положением в природном резервуаре, уровнем активности среды осадконакопления, гранулометрическим составом, долей карбонатности породы и величиной емкостно-фильтрационных свойств, определенной величиной средних значений исследуемых признаков и характерных величин расстояний между кластерами.

Анализ особенностей изменения величин средних значений исследуемых признаков и характерных величин расстояний между кластерами позволяет по

величинам коэффициента открытой пористости, проницаемости (определенной параллельно напластованию), объемного веса, содержание песчаников и алевролитов, характеризуются значительными расстояниями между кластерами уверенно выделять кластер «коллекторов» - 1 кластер, «неколлекторов» – 3 кластера.

Также были построены и проанализированы карты открытой пористости, медианного диаметра, степени отсортированности и остаточной водонасыщенности (рисунки 7- 14).

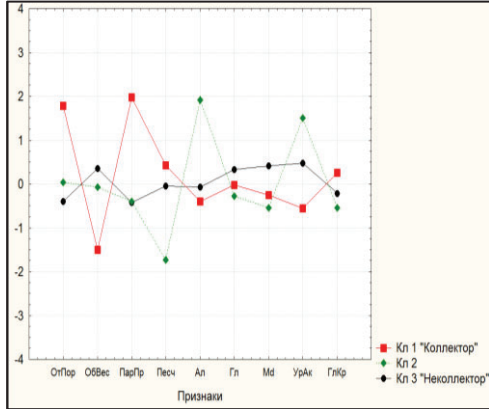


Рис. 5. График средних значений диагностических признаков для выделения кластеров по IX пласту нижнемеловых отложений Величаевско-Колодезного месторождения

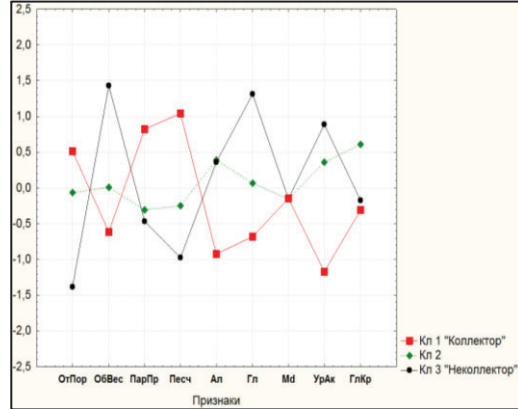


Рис. 6. График средних значений диагностических признаков для выделения кластеров по IX пласту нижнемеловых отложений Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения

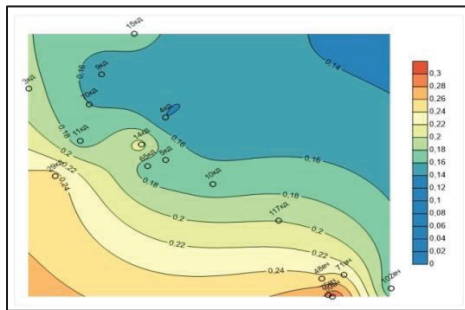


Рис. 7. Карты пористости Величаевско-Колодезного месторождения

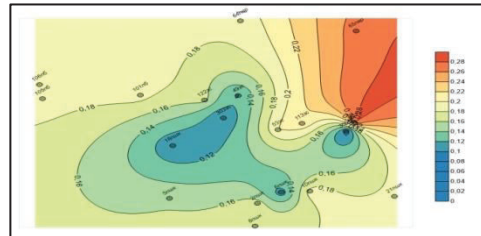


Рис. 8. Карты пористости Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения

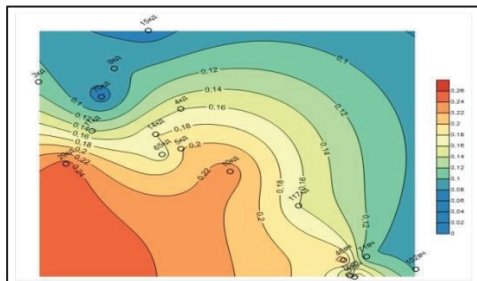


Рис. 9. Карты медианного диаметра Величаевско-Колодезного месторождения

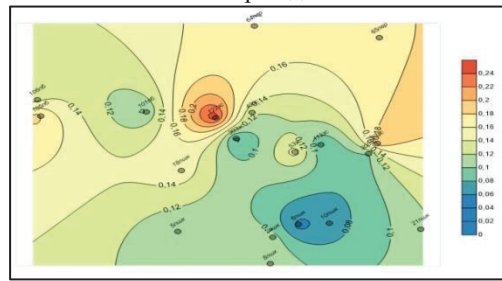


Рис. 10. Карты медианного диаметра Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения

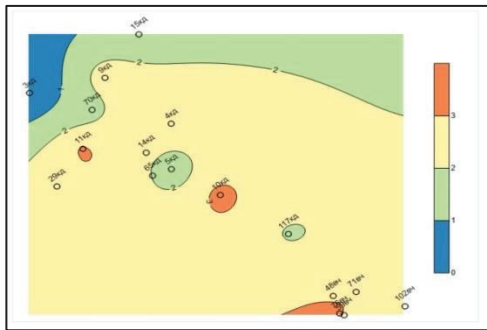


Рис. 11. Карты степени отсортированности Величаевско-Колодезного месторождения

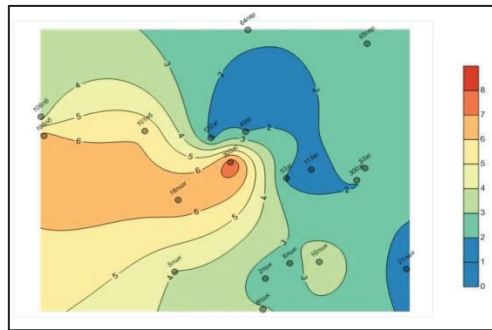


Рис. 12. Карты степени отсортированности Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения

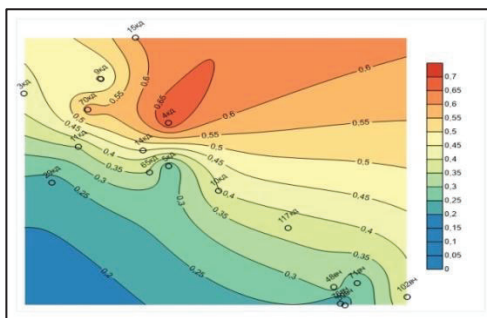


Рис. 13. Карты остаточной водонасыщенности Величаевско-Колодезного месторождения

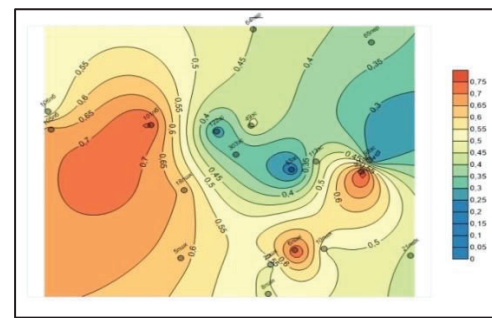


Рис. 14. Карты остаточной водонасыщенности Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения

Повышенные значения открытой пористости для обеих площадей приурочены к зоне повышенных значений медианного диаметра

Для Величаевско-Колодезной площади характерна в основном хорошая и средняя степень отсортированности образований, для Зимне-Ставкинско-Правобережной площади - хорошая, средняя и даже низкоотсортированная. Зона коллекторов для обеих исследуемых территорий приурочена к зонам средней отсортированности и наименьшими величинами остаточной водонасыщенности.

Проведенные построения позволили изучить условия седиментации отложений IX пласта нижнего мела, что дает возможность выделить наиболее перспективные участки для доразведки. В первую очередь это южные части Величаевско-Колодезной площади, где наблюдаются наиболее высокие значения коэффициента открытой пористости, повышенные уровни активности, наибольшая степень отсортированности. Для Зимне-Ставкинско-Правобережной – это северо-восток описываемой территории.

Результаты анализа обстановки осадконакопления аптских отложений (VIII пласт, рисунки 15-17) позволил установить, что отложения в аптское время формировались преимущественно в условиях однонаправленных морских течений. В основном обстановки осадконакопления на рассматриваемых площадях были идентичными, за исключением того, что на территории Величаевско-Колодезной площади зафиксированы единичные случаи формирования осадков, осажженных при колебательных турбулентных движениях вод в прибрежных частях водных бассейнов.

Результаты кластерного анализа для VIII пласта Зимне-Ставкинского-Правобережной месторождения при выделении коллекторов и неколекторов более контрастны и однозначны, по сравнению с данными по Величаевско-Колодезному месторождению (рисунки 18, 19). Поэтому, именно для Зимне-Ставкинско-Правобережной площади с более высокой степенью достоверности можно выделять

наиболее перспективные участки с целью нефтегазоносности по медианному диаметру и уровню активности.

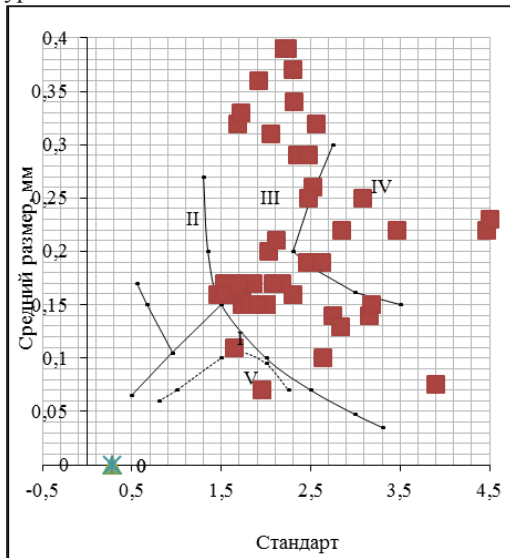


Рис. 15. Генетическая диаграмма по Рухину Л.Б. для VIII пласта Зимне-Ставкинско-Правобережной площади

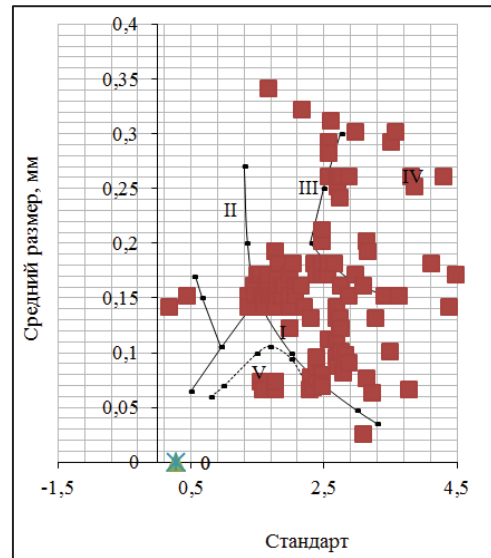


Рис. 16. Генетическая диаграмма по Рухину Л.Б. для VIII пласта Величаевско-Колодезной площади

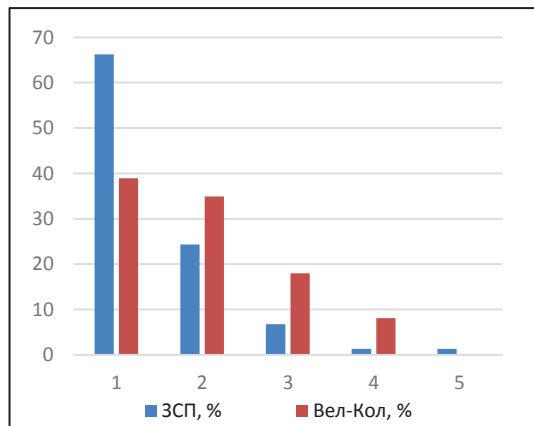


Рис. 17. Гистограмма распределения уровней палеогидродинамической активности (VIII пласт)

Приведенные ниже карты (рисунки 20-23) подтверждают этот вывод. Так анализ карты медианного диаметра и уровней активности среды для VIII пласта Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения позволил установить наличие зависимости размера песчаных частиц от активности среды. Для Величаевско-Колодезной площади такой связи медианного диаметра с картой уровней активности не фиксируется.

Сравнение карт уровней гидродинамической активностей VIII пласта Зимне-Ставкинско-Правобережной и Величаевско-Колодезной площадей показало, что характер гидродинамической активности среды осадконакопления на этих площадях различен. Если на Величаевской площади практически вся территория характеризовалась высокой гидродинамической активностью, то на Зимне-Ставкинско-Правобережной площади на отдельных участках наблюдалась очень высокая, высокая и средняя гидродинамическая активность (I, II, III уровни).



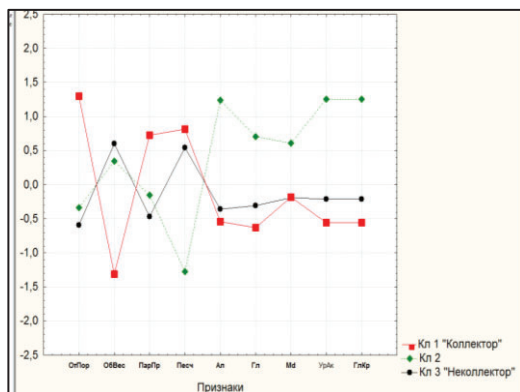


Рис. 18. График средних значений диагностических признаков для выделения кластеров по VIII пласту нижнемеловых отложений Величаевско-Колодезного месторождения

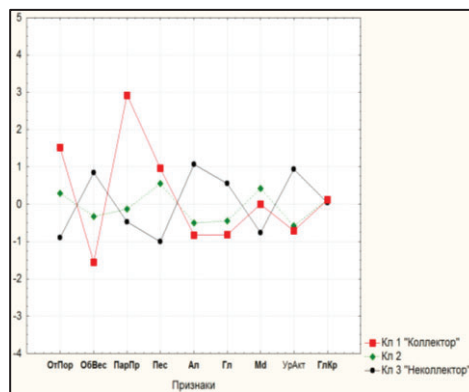


Рис. 19. График средних значений диагностических признаков для выделения кластеров по VIII пласту нижнемеловых отложений Зимне-Ставкинского-Правобережного месторождения

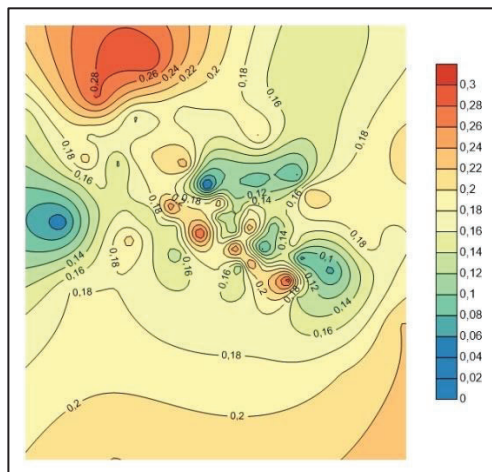


Рис. 20. Карты медианного диаметра Зимне-Ставкинского-Правобережного месторождения

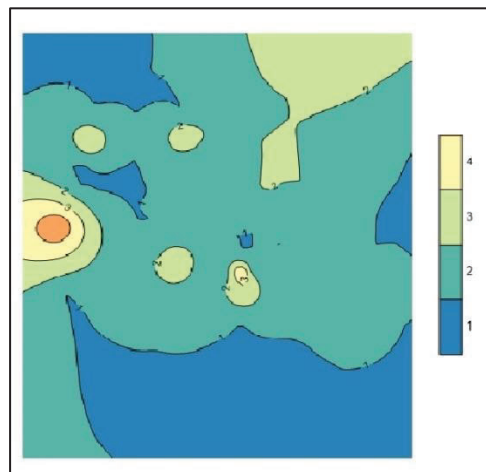


Рис. 21. Карты уровней активности Зимне-Ставкинского-Правобережного месторождения

Это может быть связано с особенностями подводных течений и рельефа дна бассейнов осадконакопления: то есть на Величаевско-Колодезном участке можно предположить относительно спокойный характер рельефа, а на Зимне-Ставкинско-Правобережной площади – наличие пониженных и повышенных участков, которые характеризовались различным уровнем гидродинамической активности.

В целом для VIII пласта Зимне-Ставкинско-Правобережной площади, по сравнению с Величаевско-Колодезной, характерна более активная обстановка осадконакопления, способствующая формированию пород-коллекторов с повышенными коллекторскими свойствами.

По результатам изучения условия седиментации отложений VIII пласта можно сделать вывод, что наиболее перспективные с целью прогнозирования нефтегазоносности – это северо-западные участки Зимне-Ставкинско-Правобережной площади, где наблюдаются повышенные уровни активности и медианного диаметра.

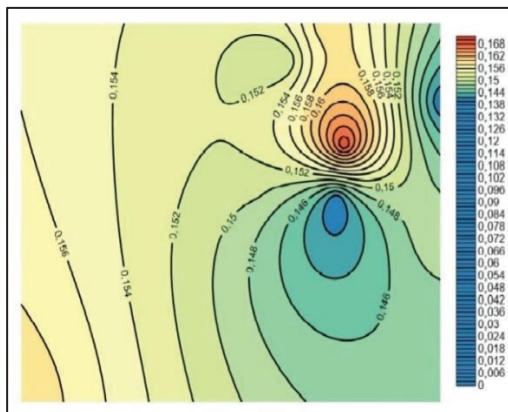


Рис. 22. Карты медианного диаметра Величаевско-Колодезного месторождения

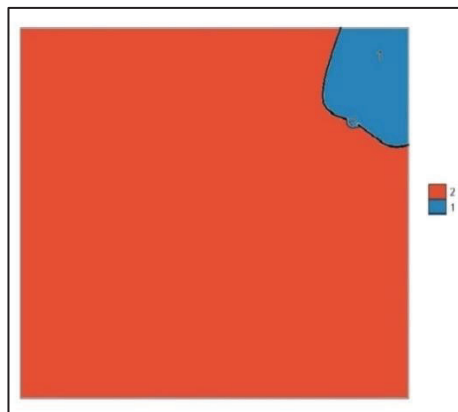


Рис. 23. Карты уровней активности Величаевско-Колодезного

Таким образом гранулометрический анализ позволяет оценивать обстановки осадконакопления терригенных образований, а алгоритм кластерного анализа помогает оптимизировать объем графических построений, выполняемых при этом, и повысить эффективность прогноза областей распространения коллекторов, приуроченных к различным зонам нефтегазонакопления.

#### Литература

1. Колядова Г.В. Литофациальные критерии нефтегазоносности неокомских отложений Величаевско-Максимокумского вала: дис.: 21.04.01: защищена 28.06.16. Ставрополь, 2016. 121 с.
2. Беседина А.С. Литофациальные критерии нефтегазоносности альб-аптских отложений Величаевско-Максимокумской зоны нефтегазонакопления: дис.: 21.04.01: защищена 28.06.16. Ставрополь, 2016. 140 с.
3. Сравнительная характеристика обстановок осадконакопления баррем-готеривских отложений Зимне-Ставкинско-Правобережного и Величаевско-Колодезного резервуаров / Н.В. Ерёмкина, К.И. Черненко, С.С. Бекетова и др. // Актуальные проблемы нефтегазовой отрасли Северо-Кавказского федерального округа. Материалы VI-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета «Университетская наука – региону». Ставрополь: 2018. 288 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35023470>.
4. Обстановки терригенного осадконакопления / Г.Э. Рейнек, И.Б. Сингх. М.: Недра, 1981. 439 с.
5. Муромцев В.С. Электромеханическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.
6. Кластерный анализ характеристик Величаевско-Колодезного природного резервуара IX пласта нижнемеловых отложений при прогнозировании нефтегазоносности / Н.В. Ерёмкина, З.В. Стерленко, В.А. Гридин и др. // Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли. Материалы II международной научно-практической конференции 25 ноября 2016 г. Ставрополь: ТЭСЭРА, 2016. 300 с.
7. Кластерный анализ петрофизических характеристик Величаевско-Колодезного природного резервуара VIII нижнемеловых отложений с целью прогнозирования нефтегазоносности / Н.В. Ерёмкина, З.В. Стерленко, К.И. Черненко и др. // Актуальные проблемы нефтегазовой отрасли Северо-Кавказского федерального округа. Материалы V-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета «Университетская наука – региону». Ставрополь: ТЭСЭРА, 2017. 256 с.
8. Построение модели природного резервуара IX пласта нижнемеловых отложений Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения с применением кластерного анализа / Н.В. Ерёмкина, З.В. Стерленко, К.И. Черненко и др. // Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли. Материалы всероссийской научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета. Ставрополь: ТЭСЭРА, 2017. 364 с.