

*Т.В. Лобанова, С.А. Лобанов***Сибирский государственный индустриальный университет, научно-исследовательский центр
«Геомеханика»****ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ШЕРЕГЕШЕВСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ GPS-НАБЛЮДЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ
СТРУКТУРНЫХ БЛОКАХ**

Актуальность исследований геодинамической активности Шерегешевского месторождения обусловлена повышением сейсмической опасности региона в последнее время и отношением месторождения к опасным по горным ударам (решение Комиссии по горным ударам ОАО «Евразруда» от 5 апреля 2012 г.).

Общее количество сейсмических событий на Шерегешевском месторождении в 2013 г. по сравнению с 2011 – 2012 гг. увеличилось в 3,5 раза, количество зафиксированных толчков – в 2,7 раза. Такие изменения связаны с увеличением темпов ведения горных работ на участках «Новый Шерегеш» и «Подрусловый», где отрабатываются слепые рудные тела и накоплены значительные объемы пустот в горном массиве. Динамические явления происходили в виде толчков, стреляний, шелушений и интенсивного заколообразования, в основном, в районе проведения взрывных работ в радиусе 200 – 250 м. Зоны сейсмической активности после массовых взрывов соответствуют зонам дизъюнктивных нарушений, активизирующихся при подготовке очистных блоков к отработке.

Исследования геодинамической активности Шерегешевского месторождения выполнены методом спутниковой геодезии с использованием спутниковой геодезической системы Trimble 4600 LS (США) в соответствии с требованиями нормативно-методических документов [1]. В последние годы этот метод исследований широко используется для изучения геодинамических процессов в различных горнодобывающих районах. Как правило, влияние природных факторов на напряженно-деформированное состояние горных пород связано с наличием в горных массивах крупных тектонических разломов, зон дробления, зон ослабленных и обводненных пород, наличие которых устанавливается методами геодинамического районирования.

В теории катастроф утверждается, что в районе крупных тектонических разломов имеют место периодические движения земной ко-

ры, которые проявляются в виде микроколебаний и трендовых смещений, приводящих к потере устойчивости горных пород, росту нагрузок и развитию процессов разрушения в них. Методы спутниковой геодезии, разработанные первоначально для развития съемочного обоснования, съемки ситуации и рельефа местности, усовершенствованы в настоящее время и для решения этих задач.

Для организации GPS-наблюдений на земной поверхности Шерегешевского месторождения использованы данные о структурном строении месторождения и положении разрывных нарушений (к.г.-м.н. А.Н. Кононов). Значительную роль в формировании структуры Шерегешевского месторождения играет дизъюнктивная тектоника. Крупные тектонические подвижки усложнили первоначальную форму рудных залежей, привели к смещению рудных тел и целых участков относительно основной рудной зоны. На месторождении разведочными работами было выделено восемь рудных участков, разделенных тектоническими нарушениями, из которых в настоящее время отрабатываются участки «Главный», «Болотный», «Новый Шерегеш», «Подрусловый» (рис. 1).

Крупные разрывные нарушения распространены в пределах всех участков месторождения (нарушения I – VII на рис. 1). Все они пересекают рудно-скарновую зону и делят ее на несколько блоков, смещенных друг относительно друга. Наиболее вероятный характер нарушений – сбросы и сбросо-сдвиги с крутыми падениями сместителей. По падению крупные разрывные нарушения уходят за пределы рудного поля без признаков выклинивания. По ориентировке среди крупных разрывных нарушений выделены три основные системы: северо-восточная, северо-западная и субмеридиональная. Первые две системы имеют крутые до вертикальных углы падения, последняя – пологие.

Из нарушений I, II, III северо-восточного простираения наиболее крупными являются

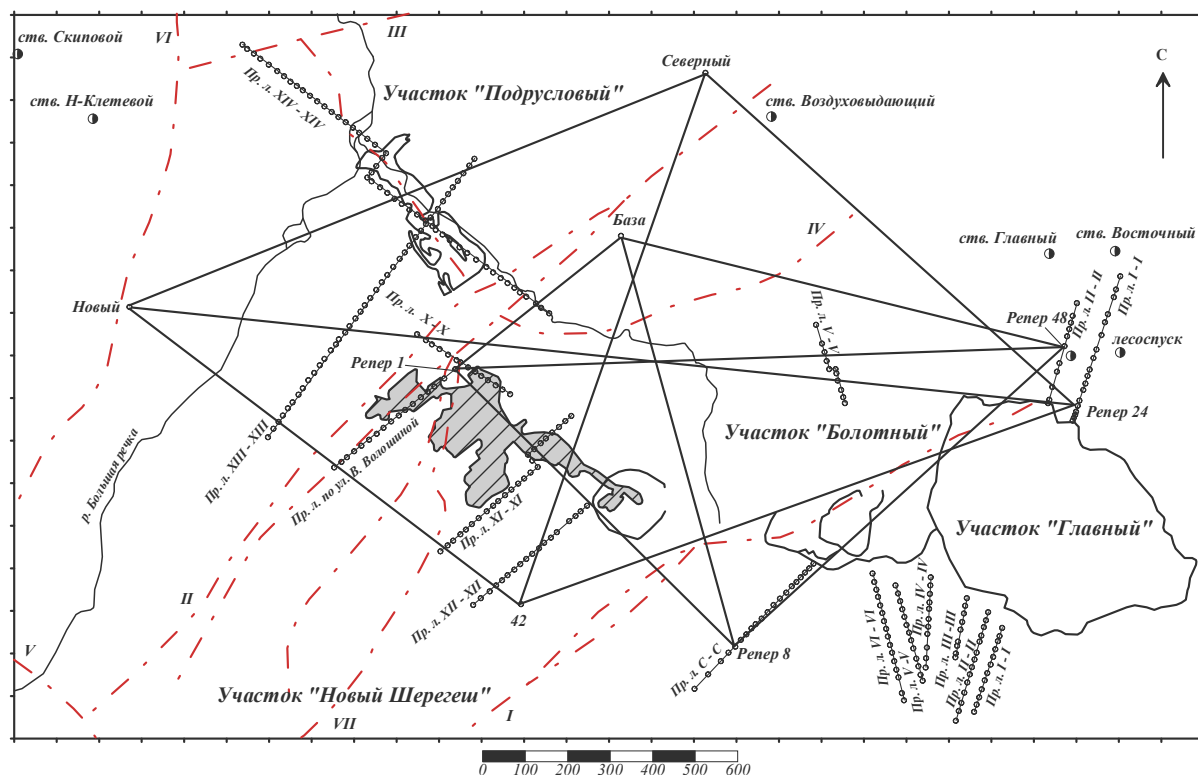


Рис. 1. Схема организации GPS-наблюдений в различных структурных блоках Шерегешевского месторождения (здесь и на рис. 2, 3 пр. л. – профильная линия)

первое и второе. Очень крупное нарушение (нарушение I) проходит по контакту основной линзы известняков с рудно-скарновой зоной. Оно ограничивает с северо-запада участки «Главный» и «Болотный» и с юго-востока – участок «Новый Шерегеш». В плане нарушение слабо изогнуто, падение его крутое ($80 - 85^\circ$), мощность колеблется от 1 до 10 м и лишь на границе с участком «Новый Шерегеш» достигает 50 м. Это нарушение оперяется многочисленными более мелкими нарушениями, секущими непосредственно рудно-скарновую зону, в связи с чем руды и вмещающие породы северо-западного фланга участков «Главный» и «Болотный» были интенсивно разрушенными. К этому же нарушению приурочен крупный карст, где хранились значительные статические запасы воды, прорывы которой в горные выработки наблюдались в 1958, 1963, 1969 гг. Непосредственно в зоне нарушения породы сильно трещиноватые, по трещинам и зеркалам скольжения развиты гематит и кальцит. Судя по геологической обстановке оно имеет характер взброса-сдвига (приподнят участок «Болотный» относительно участка «Новый Шерегеш») с амплитудой перемещения порядка 150 – 200 м.

На северо-западном фланге участка «Новый Шерегеш» буровыми работами установлено несколько нарушений, имеющих северо-восточное простирание и крутое (до верти-

кального) падение, как на северо-запад, так и на юго-восток (например, нарушение *II*). По простиранию и падению эти нарушения то соединяются, то вновь разветвляются. Крайнее (к северо-западу) тектоническое нарушение имеет юго-восточное падение (70°); к его лежащему крылу приурочена крупная сиенитовая дайка, совместно с которой они ограничивают северо-западный фланг участка «Новый Шереш» и отделяют его от участка «Подруслый». Породы в зоне нарушения трещиноватые, по трещинам образован налет оксидов железа. Отмечаются пустотки выщелачивания.

Третье крупное нарушение (нарушение III) северо-восточного простирания типа сбросо-сдвига установлено по скважинам на стыке участков «Подрусловый» и «Новая Промплощадка». Падение его северо-западное под углом $75 - 80^\circ$, вертикальная амплитуда перемещения порядка $150 - 200$ м. По трещинам отмечаются налеты оксидов железа, часть прожилков сложена эпидотом и кальцитом. Мощность зоны до $3 - 4$ м.

К нарушениям с северо-западным простиранием относятся тектонические зоны IV и V с падением на северо-восток под углом $70 - 85^\circ$, на глубоких горизонтах – до вертикального. Мощность зоны дробления достигает 4 – 6 м, чаще 1 – 2 м, породы интенсивно трещиноваты, местами брекчированы. На плоскостях трещин отмечаются налеты кальцита. Ампли-

туда перемещения по указанным нарушениям может достигать первых сотен метров.

С некоторой долей условности к тектоническим нарушениям субмеридионального простирания отнесены «срывы» контакта стратиграфического несогласия кембрийских и ордовикских отложений VI и VII с падением на запад под углами 5 – 35°. Линия контакта заливообразная, нижняя часть раздроблена. Обломочный материал в породе составляет 40 – 50 %. Цемент мелкообломочный, интенсивно хлоритизированный. Мощность зон составляет 1,0 – 1,5 м, местами ясно выраженные зеркала скольжения, по ним встречается притертый пирит. По плоскостям нарушений образован налет кальцита и водных оксидов железа. Имеются открытые трещины.

Исходя из структурного строения Шерегешевского месторождения для исследований созданы два GPS-полигона (рис. 1). Первый полигон был создан на пунктах опорной сети рудника (пункт триангуляции IV класса «Северный» – пункт полигонометрии 1 разряда «Новый» – пункт триангуляции IV класса «42» – репер 24 профильной линии «I – I» – пункт триангуляции IV класса «Северный»), наблюдения в котором выполнены 21.06.2013 г. Однако в связи с плохим качеством съемки в этом полигоне, где не удалось обработать все результаты с геодезической точностью, предъявляемой к GPS-съемке, для дальнейших исследований создан другой полигон на базе наблюдательной станции за сдвижением земной поверхности участков «Главный», «Болотный», «Новый Шерегеш»: База – репер 1 профильной линии по ул. В. Волошиной – репер 8 профильной линии «С – С» – репер 48 профильной линии «II – II» – База. В этом полигоне наблюдения выполнены 07.07.2013 г. после массового взрыва блока № 6 на участке «Подрусловый», который произведен 06.07.2013 г.

В процессе GPS-съемки накопление данных от спутников производилось в течение 9 ч с интервалом 15 с в один файл данных на каж-

дой станции, которые при постобработке в дальнейшем разбивались на файлы по 20 минут и обрабатывались с использованием программного обеспечения Trimble Business Center. В результате обработки вычислялись координаты X , Y , Z , расстояния и превышения между пунктами, сдвигения пунктов в различных структурных блоках. Качество съемки контролировалось замыканием полигонов, которое как в плане, так и по высоте не превышало 3 мм при допуске соответственно 30 и 50 мм, а также уравниванием результатов. Апостериорные ошибки, полученные после уравнивания, в обработанных расстояниях составляли 0 – 1 мм, в превышениях – 0 – 2 мм.

Изменение смещений земной поверхности по результатам съемки 21.06.2013 г., где за базовую точку был принят пункт «Северный», отражает существенную изменчивость короткопериодных смещений на всех наблюдаемых пунктах. Максимальные смещения составляли от 35 мм в горизонтальной плоскости до 155 мм по вертикали (см. таблицу).

В отличие от наблюдений 21.06.2013 г. наблюдениями 07.07.2013 г. в другом полигоне зафиксированы более низкие величины смещений (см. таблицу). В горизонтальной плоскости максимальные короткопериодные смещения составляли 9 – 16 мм, а в вертикальной – 30 – 46 мм (рис. 2), что в 3 – 5 раз меньше смещений, наблюдаемых 21.06.2013 г. При этом вторая серия наблюдений была выполнена на следующий день после массового взрыва блока № 6 на участке «Подрусловый», однако взрывное воздействие на массив горных пород месторождения оказалось менее значимым, чем процессы, предшествующие смещениям 21.06.2013 г.

Активные смещения различных структурных блоков в районе месторождения, зафиксированные 21.06.2013 г., могут быть проявлениями сейсмической активности всей территории Кемеровской области и прилегающих к ней регионов после землетрясения 19.06.2013 г.

Результаты наблюдений короткопериодных смещений в различных структурных блоках Шерегешевского месторождения

Пункт	Наблюдения 21.06.2013 г.			Пункт	Наблюдения 07.07.2013 г.		
	Максимальные смещения, мм, по осям				Максимальные смещения, мм, по осям		
	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>		<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>
24	53	35	155	48	13	10	30
42	62	50	145	8	13	16	36
Новый	51	49	154	1	9	11	46

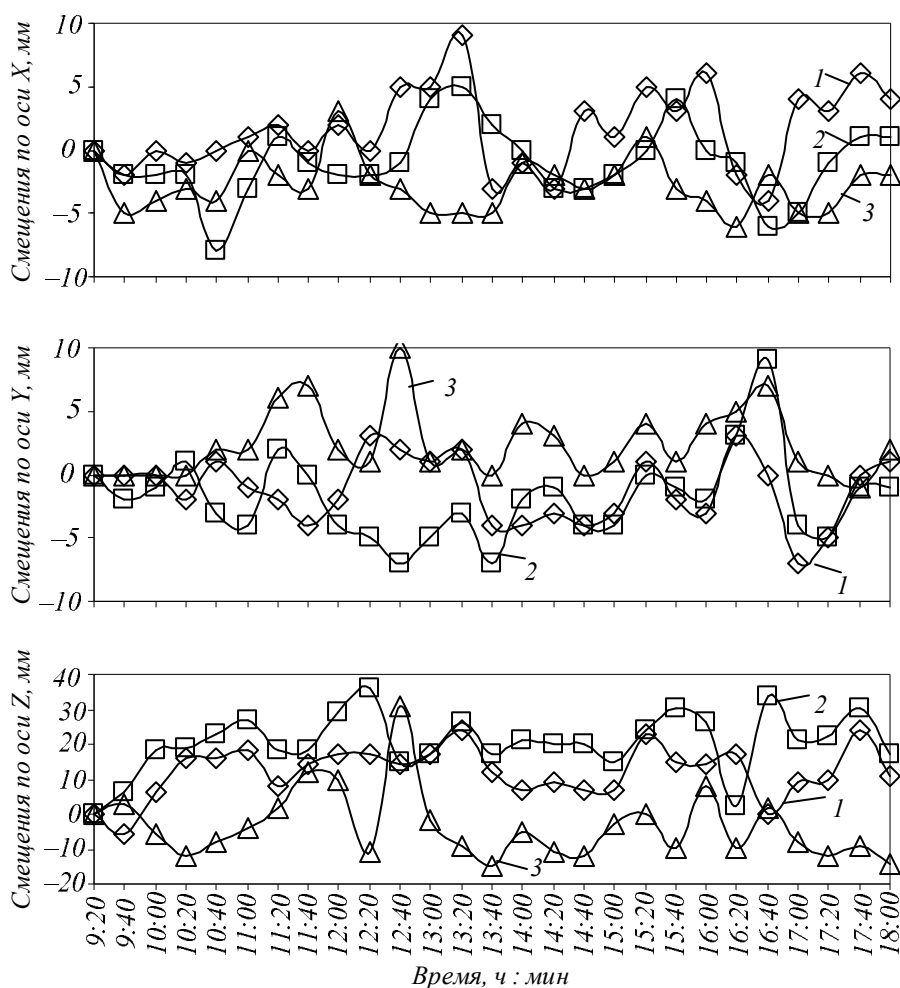


Рис. 2. Короткопериодные смещения горных пород Шерегешевского месторождения на реперах 48 пр. л. II – II (1), 8 пр. л. С – С (2), 1 пр. л. по ул. В. Волошиной (3)

вблизи поселка Бачатский. Ведь это землетрясение на себе ощущали многие, в том числе и сотрудники центра, находясь в тот момент в поселке Шерегеш.

Высокие величины смещений на пункте «Новый» фиксировались и ранее проводимыми наблюдениями, однако такой уровень смещений здесь наблюдался впервые и вероятнее всего обусловлен активностью нарушения VI.

Наибольшая изменчивость вертикальных смещений и максимальные их значения отмечены 07.07.2013 г. на репере 1 профильной линии по ул. В. Волошиной, а 21.06.2013 г. – на пункте 42. Такой характер смещений отражает наибольшую геодинамическую активность тектонического нарушения II и в целом структурного блока между крупными нарушениями I и II, а также налегающей толщи и боковых пород участка «Новый Шерегеш». Зафиксированные величины смещений, по-видимому, обусловлены отработкой блока № 190 на участке «Новый Шерегеш». В окрестности блока при проведении технологических взрывов фиксировалось повышение сейсмоактивности

с кажущейся скоростью миграции сейсмособытий [2] до 10^4 мм/с. Это указывало на динамическую реакцию массива на взрывные работы и способствовало высвобождению потенциальной энергии в форме толчков.

Смещения репера 24 профильной линии I – I, отмеченные 21.06.2013 г., подтверждают достоверность ранее отмечаемых на этом участке высоких смещений. Так, в периоды массовых взрывов II очереди блока № 12-13 на Главном участке (02.07.2006 г.) [3] и блока № 290 на участке «Новый Шерегеш» (13.09.2009 г.) [4] смещения в направлении оси X составляли 80 – 102 мм, в направлении оси Z – 117 – 224 мм. При этом, если высокие смещения в 2006 г. были связаны с перераспределением напряжений в горных породах вокруг воронки обрушения Главного участка после взрыва, то смещения 2009 г. более высокие, чем в 2006 г., наблюдались до массового взрыва (рис. 3).

Отмеченные особенности короткопериодных смещений горных пород Шерегешевского месторождения, выявленные в периоды GPS-

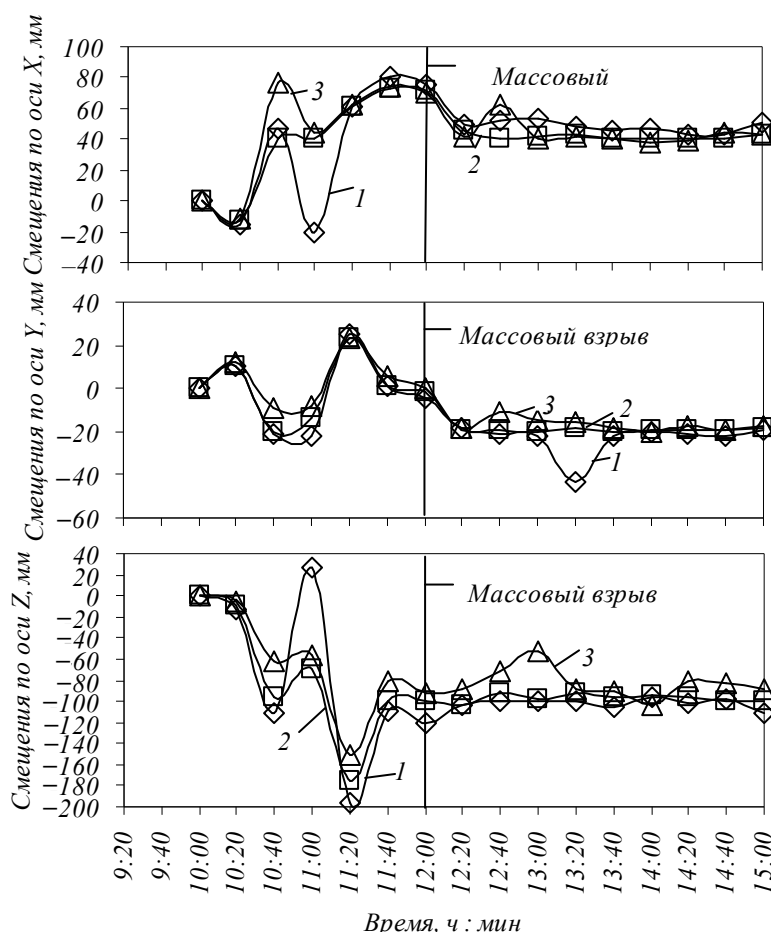


Рис. 3. Короткопериодные смещения горных пород Шерегешевского месторождения на репере 24 пр. л. I – I (1), над блоком № 290 (2), на репере 1 пр. л. по ул. В. Волошиной (3)

наблюдений 2006 – 2013 гг. в различных условиях влияния горных разработок и природных факторов на различных участках месторождения, отражают наличие геодинамических движений и подтверждают актуальность исследования этих процессов. Необходимость наблюдения современных геодинамических движений в сейсмически активных регионах также регламентируется Сводом правил СП 11-104 – 97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства», который введен с 1 января 1998 г. и является федеральным нормативным документом. Настоящий Свод правил устанавливает общие технические требования и правила производства инженерно-геодезических изысканий для обоснования проектной подготовки строительства, включая градостроительную документацию, а также инженерно-геодезических изысканий, выполняемых в период строительства, эксплуатации и ликвидации объектов. Особенно актуально это для рудника в настоящее время, когда осуществляется проектирование отработки глубоких горизонтов с внедрением новой техники и технологии.

Выводы. Приведено краткое описание структурного строения месторождения и геодинамических полигонов для GPS-наблюдений за сдвижением структурных блоков на земной поверхности обрабатываемых рудных участков. Определены величины короткопериодных смещений характерных пунктов наблюдения в условиях влияния техногенных и природных факторов. Установлено наличие геодинамических движений. Показана актуальность и необходимость исследования геодинамической активности месторождения для проектирования и безопасного ведения горных разработок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАС и GPS / Под ред. Л.В. Неверова : утв. приказом рук. Федеральной службы геодезии и картографии России 18.01.2002. № 3-пр : ввод. в действие с 01.03.2002. – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 69 с.

2. О п а р и н В.Н., В о с т р и к о в В.И., Т а п с и е в А.П. и др. Об одном кинематическом критерии прогнозирования предельного состояния массивов горных пород по шахтным сейсмологическим данным // ФТПРПИ. 2006. № 6. С. 3 – 10.
3. Л о б а н о в а Т.В., Н о в и к о в а Е.В. Влияние массовых взрывов на деформирование горных пород Шерегешевского железорудного месторождения. – В кн.: ГЕО-Сибирь-2009. Т. 2. Недропользование. Горное дело. Новые направления и технология поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. – Новосибирск: изд. СГГА, 2009. С. 205 – 209.
4. Л о б а н о в а Т.В., Т р о ф и м о в а О.Л., Л о б а н о в С.А. Мониторинг сдвижения земной поверхности Шерегешевского месторождения при массовых взрывах. – В кн.: Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. статей / Сибирский государственный индустриальный университет; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2013. С. 68 – 75.

© 2014 г. Т.В. Лобанова, С.А. Лобанов
Поступила 19 марта 2014 г.

УДК 553.98

В.И. Исеев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ОЦЕНКА ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕСУРСООБЪЕКТИВНОЙ СТРАТЕГИИ ПОИСКОВ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ В ДОЮРСКОМ ОСНОВАНИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Результаты геоплотностного моделирования, выполненного по данным сейсморазведки, гравиразведки и бурения на траверсе Краснотенинского свода, выявили в пределах Рогожниковской группы месторождений масштабную зону разуплотнения доюрского комплекса пород, отождествленную с вторичными коллекторами – резервуарами [1].

Послойное изучение в разрезах Северо-Рогожниковского и Рогожниковского месторождений концентраций и молекулярно-массового распределения ароматических и алкановых углеводородов (УВ) установило миграцию нефтяных УВ из юрских в нижележащие триасовые отложения [2, 3]. Последнее согласуется с «осадочной» концепцией «главного источника» – юрском генезисе нефтей в резервуарах доюрского основания.

Результаты исследований на Рогожниковской группе месторождений позволили рекомендовать стратегию поисков залежей нефти в доюрском основании центральной части Западной Сибири [4]. Первоочередными участками поисков являются территории сосредоточения уже известных залежей в нижних этажах

осадочного чехла. Именно на этих территориях необходимо проводить работы по выявлению возможных зон разуплотнения в доюрском комплексе. Если выявляется зона разуплотнения, то именно эти территории являются первоочередным объектом детализации поисков залежей в фундаменте. Ресурсоэффективность стратегии состоит в возможности наращивания ресурсной базы, прежде всего на землях уже действующих нефтепромыслов с развитой инфраструктурой.

Теоретическое и экспериментальное обоснование стратегии поисков залежей нефти в доюрском разрезе Западной Сибири обеспечивает выполнение следующих геолого-экономических показателей:

- комплексное освоение недр месторождений УВ с приростом осваиваемых ресурсов за счет расширения стратиграфического диапазона поисков и освоения;
- уменьшение объемов капитальных затрат за счет прироста осваиваемых ресурсов на землях нефтепромыслов с уже обустроенной инфраструктурой;
- снижение геологоразведочного риска.