ОТРАЖЕНИЕ РАЗЛОМНЫХ ЗОН И ТРУБОК ВЗРЫВА СРЕДНЕГО ТИМАНА В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

А. Ш. Магомедова, В. В. Удоратин, Ю. Е. Езимова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

asmagomedova@geo.komisc.ru

udoratin@geo.komisc.ru

В статье рассматриваются результаты магнитометрической и радоновой эманацционной съемок в пределах Среднего Тимана на территории Четласского и Вольско-Вымского поднятий. Было проведено районирование магнитного поля, выделены разломы и локальные аномалии. На участках этих аномалий выполнялась радоновая съемка. Результаты показали, что разломы характеризуются повышенными значениями объемной активности радона. Умбинская, Водораздельная и Среднинская кимберлитовые трубки также характеризуются повышенными значениями объемной активности радона, исходя из этого выполнены радоновые измерения на отдельных локальных магнитных аномалиях и выделены участки для дальнейшего изучения.

Ключевые слова: *магнитные аномалии, кимберлитовые трубки, разломы, объемная активность радона.*

PRESENTATION OF FAULT ZONES AND VOLCANIC PIPES IN THE MIDDLE TIMAN BY GEOPHYSICAL FIELDS

A. Sh. Magomedova, V. V. Udoratin, J. E. Ezimova

Institute Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The article considers the results of magnetometric and radon emanation surveys within the the Middle Timan on territory of the Chetlassky and Wolski-Vym uplifts. Zoning magnetic field allocated faults and local anomalies were conducted. The radon survey was carried out in the areas of these anomalies. The results showed that the faults are characterized by high values of the volume radon activity. Umba, Vodorazdelnaya and Sredninskaya kimberlite pipes are characterized by high values of the radon activity. Therefore, radon measurements were made on individual local magnetic anomalies. Besides areas were allocate for further study.

Keywords: *magnetic anomaly, kimberlite pipes, faults, the volume radon activity.*

Введение

Выделение разломных зон на местности имеет существенное практическое значение для определения границ распространения связанных с ними землетрясений, рудопроявлений, месторождений углеводородов и т. д. Для большинства регионов выделение разломов прямыми методами невозможно из-за слабой обнаженности коренных пород. Поэтому для их изучения на первое место выходят геофизические методы. Несомненно, наиболее надежными являются сейсмические методы, однако не всегда

удается получить материалы хорошего качества, они дорогостоящие и в основном направлены на поиски углеводородов. Данные магнито-, электро-, гравиразведки позволяют картировать разломные зоны, они более доступны в производстве, но ограничены по природе метода. Наиболее эффективно при картировании комплексирование методов.

Эманацционная съемка традиционно считается методом, позволяющим выявлять разломы, скрытые под наносами, но проницаемые в настоящее время для подземных газов. Бо-

лее того, интенсивность концентрации радона в почвенном воздухе иногда напрямую связывают со степенью современной геодинамической активности разрывного нарушения [6].

Согласно современным представлениям тектонофизики, разлом у поверхности земли редко представлен лишь узкой полосой. Как правило, это достаточно широкая зона проявления парагенетически связанных разрывных нарушений, обрамленная по периферии участками повышенной трещиноватости. Ее внутреннее строение определяется степенью тектоничес-

кой активности, стадией развития, размерами и морфогенетическим типом разлома [2].

В связи с этим актуальным является изучение разломных зон в поле радона, т. к. радон наиболее эффективен ввиду достаточно большого времени распада [5]. Такие работы в последнее время активно проводят в Прибайкалье, по их результатам сделан вывод о четком проявлении активных разломов в полях газовых эманаций.

Объекты и методы исследований

Тиманская гряда — надпорядковая структура, которая вытянута в северо-западном направлении и составлена серией кулисообразных горстообразных поднятий, разделенных грабенообразными впадинами. Её длина с полуостровом Канин достигает 1100 км при ширине 150 км [8].

Исследования проводились на территории Среднего Тимана, в южной части Четласского (ЧП) и северной части Вольско-Вымского (ВВП) поднятий.

В геологическом строении исследуемых территорий принимают участие образования, формирующие три структурных этажа: кристаллический фундамент, верхнепротерозойский промежуточный этаж и фанерозойский платформенный чехол. Верхнепротерозойские и палеозойские породы почти повсеместно перекрыты четвертичными отложениями.

Объектами исследования являлись изометричные и линейно-вытянутые локальные магнитные аномалии в пределах Четласского и Вольско-Вымского поднятий.

За основу районирования магнитного поля была взята карта 1:25000 масштаба, где были выбраны магнитные аномалии для дальнейшего детального изучения по таким качественным характеристикам, как градиент, форма, размеры, знак, интенсивность и ориентировка аномалий (рис. 1, 2). В ходе работы нами применялись магнитометрическая и экспрессная эманационная радоновая съемки.

Разломные зоны выделяются по характеру магнитного поля, которое базируется на различии магнитных свойств пород в зонах либо разломов, либо крупных блоков в фундаменте, контактирующих по разлому.

Для выделения разломных зон нами использовались следующие критерии:

— высокие градиенты магнитного поля;

— резкие ограничения, торцевые сочленения аномалий различных ориентировок;

— пересечение аномалий различных простираний, смещение линейных аномалий в плане, резкие изгибы изолиний;

— цепочки узких линейных аномалий, прослеживающиеся в одном направлении.

Для проведения магнитометрических измерений использовался про-

тонный магнитометр типа МИНИ-МАГ, предназначенный для измерения модуля геомагнитного поля (ΔT) при выполнении наземных магнито-разведочных работ при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых.

Методика исследований предусматривала проведение детальных профильных маршрутов пешими ходами с одновременным измерением вариаций магнитного поля. Пешеходные маршруты выполнялись по прямоугольной сети с различными по деталь-

Рис. 1. Карта аномального магнитного поля Вольско-Вымской гряды масштаба 1:25000. Во врезках: а — карта аномального магнитного поля Умбинской трубки масштаба 1:5000; б — схема пунктов наблюдения объемной активности радона Умбинской трубки.

1 — изолинии положительных значений магнитного поля; 2 — изолинии отрицательных значений магнитного поля; 3 — изолинии нулевых значений магнитного поля; 4 — пункты наблюдения объемной активности радона; 5 — разломы: Вольско-Вымская гряда: СР — Средненский, СНР — Синеручейский, УБ — Умбинский, ВД — Водораздельный; Четласское поднятие: ВЗ — Визингский, КС — Косьюский, ВК — Ворыквинский, ЧТ — Четласский, ЦТ — Центрально-Тиманский

Fig. 1. The map of the anomalous magnetic field of the Wolsk-Vym ridge scale 1: 25000. Inset: а — The map of the anomalous magnetic field of the Umba pipe scale of 1: 5000, б — the diagram of the observation points of the radon volume activity of the Umba pipe.

Legend: 1 — isolines of positive values of the magnetic field, 2 — isolines of negative values of the magnetic field, 3 — isolines of zero values of the magnetic field, 4 — observation points of the radon volume activity, 5 — faults: -Wolsk-Vym range: CP — Srednensky, CHP — Sinerucheysky, UM — Umba, VD — Vodorazdelny; Chetlasky lifting: BZ — Vizingsky, KC — Kosyusky, BP — Vorykvinsky, CT — Chetlasky, CTT — Central Timan

Рис. 2. Карта аномального магнитного поля Четласского поднятия масштаба 1:25000. Условные обозначения см. рис. 1

Fig. 2. The map of the anomalous magnetic field of the Chetlasky lifting the scale of 1: 25.000. Inset — the map of the magnetic field of the Kosyusky section scale of 1: 5000. Legend see. Fig. 1

ности участками, а также по отдельным профилям. Шаг измерений составлял 25, 50 и 100 м [3].

Радоновая съемка проводилась при помощи радиометра РРА-01М-01 с чувствительностью не менее $1.2 \cdot 10^{-4}$ м³/(с Бк) и 30-процентным пределом допускаемой относительной погрешности. Совместно с радиометром использовалось пробоотборное устройство ПОУ-04. Для каждого измерения очищалась площадка земли размерами 30×30 см и проводилось бурение скважин глубиной 50 см. Время одного замера составляло от 40 до 60 минут. В случае невозможности бурения скважины измерения выполнялись с поверхности земли.

Результаты исследований и обсуждение

Магнитометрические исследования

На первом этапе нами выполнялось районирование территории на основе карты масштаба 1:25 000, полученной в результате аэромагнитной съемки [4, 9].

В ходе исследований нами были выделены на Вольско-Вымском под-

нятии Средненский, Водораздельный и Синеручейский разломы (рис. 1), а на Четласском поднятии — Ворыквинский, Косьюский, Визингский, Четласский и Центрально-Тиманский разломы (рис. 2).

Разломы *Вольско-Вымской* гряды имеют северо-западное простирание, морфологически классифицируются как взбросо-надвиگی [9].

Синеручейский разлом в магнитном поле выделяется по зоне высоких градиентов, где интенсивность магнитного поля достигает 40 нТл. По сравнению с другими разломами он наиболее хорошо изучен в геологическом отношении, так как выходит на дневную поверхность [9]. В плане это нарушение в пределах исследуемой территории представляет собой зону от 100 до 1000 м.

Водораздельный и *Средненский* разломы находятся в центральной части района исследований. Водораздельный разлом прослеживается по резкой смене характера магнитного поля, где интенсивность аномалий изменяется от –10 до 40 нТл, а ширина — от 300 до 700 м. Средненский разлом выде-

ляется по узкой цепочке линейно-вытянутых локальных положительных магнитных аномалий с интенсивностью до 30 нТл. Ширина зоны варьирует от 300 до 600 м.

В пределах *Четласского* поднятия в магнитном поле по непрерывной цепочке линейно вытянутых аномалий отчетливо выделяются *Визингский, Косьюский и Ворыквинский* разломы, которые имеют субмеридиональное простирание. Интенсивность аномалий составляет до 30 нТл. Ширина зон имеет размеры 100—250 м.

Центрально-Тиманский разлом располагается в северо-восточной части района исследования, прослеживается по достаточно широкой зоне положительных аномалий магнитного поля северо-западного направления, ширина которых изменяется от 300 м на севере до 1000 м на юге. Интенсивность аномалий в пределах разлома изменяется от 15 до 50 нТл.

Четласский разлом выделяется на фоне отрицательных значений магнитного поля узкой прерывистой цепочкой аномалий, шириной 100—300 м, интенсивностью 5—10 нТл и имеет северо-западное направление.

Магнитное поле исследуемых территорий также характеризуется наличием изометричных аномалий, которые располагаются как группами, так и по отдельности, интенсивностью 5—50 нТл и диаметром 150—450 м. В северной части Вольско-Вымской гряды по изометричным магнитным аномалиям ранее были выделены и изучены три кимберлитовые трубки: Умбинская, Водораздельная, Средненская.

В пределах выделенных трубок нами была проведена магнитометрическая съемка масштаба 1:5000 с целью локализации объектов на местности. По полученным данным была построена карта аномального магнитного поля (рис. 1, а). Диаметр аномалии составляет 450 м. От центра к периферии интенсивность магнитного поля уменьшается от 150 до –70 нТл. В магнитном поле отчетливо видно плавное очертание контура тела на юго-западе, более резкий градиент на севере и северо-востоке. При сопоставлении карты аэрогеофизической съемки магнитного поля масштаба 1:10000 и наземной магнитометрической съемки масштаба 1:5000 отмечается хорошая сходимость контуров изолиний аномалии.

Умбинская трубка взрыва представляет собой вертикальное или крутопадающее (85°) на юго-запад трубообразное тело. Сложена она в основном массивными оливиновыми кимберлитами, которые прорывают сланцевые толщи верхнего протерозоя. Перекрывается породами верхнего девона и четвертичными отложениями общей мощностью 72–82 м. Породы девона представлены алевролитами, аргиллитами и песчаниками, а четвертичные отложения — суглинками, грубозернистым материалом известняков, кремней и сланцев. Встречаются линзы песков и галечников (рис. 3) [1].

Водораздельная и Средненская трубки взрыва расположены к востоку от Средненского глубинного разлома. Склонение трубок крутое (85°) на юг или юго-запад. Оба тела сложены кимберлитовой туфобрекчией, прорывают породы лунвожской свиты верхнего протерозоя, которые представлены сланцами с прослоями кварцитов, перекрыты четвертичными суглинками мощностью 1–5 м (рис. 3) [1].

Радиометрические исследования

Задача наших исследований заключалась в проведении экспрессной эманационной радоновой съемки в пределах Среднего Тимана, выявляе-

нии закономерностей пространственных вариаций объемной активности радона и оценке активности разломных зон и отдельных локальных магнитных аномалий.

Так как трубки состоят преимущественно из сильно раздробленных и трещиноватых пород, они являются каналом для выхода на поверхность глубинных газов. В связи с этим появляется возможность выполнения эманационной радоновой съемки, поскольку радон наиболее эффективен ввиду достаточно большого времени распада. На территории Умбинской трубки нами была проведена радоновая съемка масштаба 1:20000. Измерения радоновой активности проводились по профилям север—юг, запад—восток. Наблюдения повторялись в течение трех дней. По полученным данным были построены графики изменения объемной активности радона (ОАР) по профилям и составлена схема изолиний распространения поля радона по площади (рис. 4, 5; см. таблицу). По профилю запад—восток значения ОАР плавно увеличиваются от 64 Бк/м³ до максимального значения, затем снижаются до 146 Бк/м³. Значения ОАР профиля север—юг резко изменяются от 69 Бк/м³ сначала до 419 Бк/м³, после опускаются до 69 Бк/м³. На графиках

и схеме отмечается зона повышения ОАР с максимальным значением 419 Бк/м³. Форма радоновой аномалии имеет линейно-изометричную форму. Смещение центральной части радоновой аномалии относительно магнитной происходит на северо-восток на 100 м и приурочено к наиболее градиентной зоне. Это объясняется наклоном трубообразного тела и связывается с различной степенью раздробленности пород.

На участках Водораздельной и Средненской трубок измерения ОАР осуществлялись также по профилям север—юг, запад—восток. Максимальное значение ОАР в центре Водораздельной трубки составляет 1153 Бк/м³, а в центре Средненской — 547 Бк/м³. Небольшое смещение радоновых аномалий по отношению к магнитным также отмечается по направлению северо-восток. Повышенные значения радоновой активности Водораздельной и Средненской трубок в сравнении с Умбинской объясняются тем, что они перекрыты только четвертичными отложениями, тогда как Умбинская трубка перекрыта породами верхнего девона и четвертичными суглинками.

Учитывая тот факт, что трубки взрыва отчетливо проявляются в поле радона, мы сочли актуальным исследо-

Рис. 3. Схематический геологический разрез Умбинского кимберлитового поля (Айбабин Н. А. и др., 1982 г.):

1 — четвертичные отложения, 2 — отложения верхнего девона $D_3(ps-kn)_1$, 3 — кора выветривания, 4 — отложения верхнего протерозоя PR_2lv , 5 — отложения эксплозивной фации (туфобрекчия), 6 — кимберлиты субинтрузивной фации (массивные микролитовые), 7 — кимберлиты субвулканической фации (массивные безмикролитовые); контуры кимберлитовых тел: 8 — выявленные, 9 — предполагаемые.

Fig. 3. A schematic geological section of the Umba kimberlite field (Aybabin N.A. et al., 1982).

Legend: 1 — Quaternary deposits, 2 — Upper Devonian deposits $D_3(ps-kn)_1$, 3 — weathering crust, 4 — Upper Proterozoic deposits PR_2lv , 5 — deposits of explosive facies (tuff breccia), 6 — kimberlites of subintrusive facies (massive microlitic), 7 — kimberlites of subvolcanic facies (massive unmicrolitic); contours of kimberlite bodies: 8 — identified, 9 — alleged

Рис. 4. Графики объемной активности радона через Умбинскую кимберлитовую трубку: А — направление запад—восток, В — направление юг—север

Fig. 4. Graphs of the radon volume activity across the Umba pipe: А — the direction west—east, В — direction south—north

Рис. 5. Схема распространения поля радона в пределах Умбинской кимберлитовой трубки.

Fig. 5. The scheme of the radon field distribution

довать схожие изометричные аномалии. На исследуемой территории нами были выбраны как отдельные, так и групповые локальные магнитные аномалии, исходя из формы, интенсивности, знака, а также местонахождения.

Магнитные аномалии на севере Вольско-Вымской гряды, находящи-

еся вблизи Синеручейского разлома, соответствуют аномально высоким значениям радоновой концентрации (1241—1587 Бк/м³).

Повышенные значения ОАР, находящиеся в интервале от 360—640 Бк/м³, зафиксированы в центральной части района работ на Чет-

ласском поднятии. Интересным является факт группового расположения аномалий.

Разломные зоны также характеризуются наличием повышенного фона радона, который прослеживается в пределах Синеручейского, Ворыквинского, Визингского, Четласского и Центрально-Тиманского разломов, где значения ОАР находятся в диапазоне 256—1019 Бк/м³ со скважины. С поверхности земли на территории этих же разломов также наблюдается повышенный фон радона (58—745 Бк/м³).

Закключение

В ходе магнитометрических исследований нами были выделены, а также подтверждены на Вольско-Вымском поднятии Средненский, Водораздельный и Синеручейский разломы, а на Четласском поднятии — Ворыквинский, Косьюский, Визингский, Четласский и Центрально-Тиманский разломы.

По результатам экспрессной эманиционной съемки радона разломные зоны на территории южной части Четласского поднятия и северной части Вольско-Вымской гряды характеризуются повышенными значениями ОАР. Следует отметить активность отдельных разломных зон или отдельных участков разломных зон.

Умбинская, Водораздельная и Средненская кимберлитовые трубки также характеризуются повышенными значениями ОАР, что может являться дополнительным поисковым критерием. С учетом этого радоновой съемкой были отработаны 26 локальных магнитных аномалий, 5 из которых представляют интерес для дальнейшего изучения. Кроме того, полученные результаты указывают на возможность применения радоновой съемки для выделения и картирования разломных зон, оценки степени их тектонической активности.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН № 15-18-5-11.

Литература

1. Айбабин Н. А., Дудар Л. П., Саблуков С. М., Довжикова Е. Г., Плякина И. Г. Поисково-оценочные работы на алмазы на Умбинском и Мезенском участке: Отчет. Ухта, 1982.
2. Бобров А. А. Отражения некоторых особенностей разломных зон Приоль-

Данные измерения объемной активности радона

Data of the volume radon activity measurements

№ т.н.	ОАР, Бк/м ³	№ т.н.	ОАР, Бк/м ³	№ т.н.	ОАР, Бк/м ³	№ т.н.	ОАР, Бк/м ³	№ т.н.	ОАР, Бк/м ³	№ т.н.	ОАР, Бк/м ³
Умбинская трубка		Водораздельная трубка		Магнитные аномалии Вольско-вымская гряды		Магнитные аномалии Четласское поднятие		Средненский разлом		Визингский разлом	
370	64	389	332	386	203	189	1*	401	29*	424	87*
371	58	387	52	400	23	190	1*	403	238	425	256
372	75	388	40*	402	69	191	5*	404	69	Косьюский разлом	
373	233	390	571	405	250	440	483	406	75	426	46*
374	326	391	425	407	244*	441	87*	Водораздельный разлом		427	174
375	419	392	1013	408	29*	442	29*	397	203	Центрально- Тиманский разлом	
376	253	393	1112	409	23*	443	640	Синеручейский разлом		429	5*
377	198	394	1153	410	157	444	23*	413	238*	430	23*
378	163	395	833	411	244	445	227	414	745*	431	93*
379	128	396	594	412	168*	446	250	415	110	432	5*
380	87	Средненская трубка		418	34*	447	46*	416	163	433	1019
381	69	398	49*	419	3*	448	209	417	268	434	5
382	396	399	547	420	0*	449	361	Ворыквинский разлом		435	215
383	367			421	46*	450	209	423	355	436	58*
384	303			422	40*	451	221	Четласский разлом			
385	146									428	943
										437	1*
										438	157
										439	46

Наблюдения проводились со скважины диаметром 10 см и глубиной 50 см; * — наблюдения проводились с поверхности земли.

Observations were made with the well diameter of 10 cm and a depth of 50 cm; * — investigation were conducted with the ground surface

хонья и Южного Приангарья в эманациях радона // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о земле: Материалы докладов всероссийской конференции. Москва, 2009. Т. 2. С. 5—9.

3. Магомедова А. Ш. Локальные магнитные аномалии Четласского камня и их геологическая природа // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2006. № 8. С. 21—23.

4. Пармузин Н. М. Отчет на производство поисковых работ на комплекс полезных ископаемых (марганец, редкие металлы, алмазы, золото) на территории Четласского Камня (Средний Тиман) и его обрамления на территории Республики Коми. Инта, 2003.

5. Семинский К. Ж., Черемных А. В., Бобров А. А. Разломные зоны Прибайкалья: внутренняя структура и геофизиче-

ские поля // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о земле: Материалы докладов всероссийской конференции. Москва, 2009. Т. 2. С. 151—156.

6. Семинский К. Ж., Бобров А. А., Дэмбэрэл С. Вариации объемной активности радона в разломных зонах земной коры: пространственные особенности // Физика Земли. 2014. № 6. С. 80—98.

7. Спивак А. А. Особенности геофизических полей в разломных зонах // Физика Земли. 2010. № 4. С. 55—66.

8. Структура платформенного чехла Европейского Севера СССР // Под ред. В. А. Дедеева. Л.: Наука, 1982. 200 с.

9. Шаметько В. Г. Поисковые работы на коренные источники алмазов в северной части Вольско-Вымской гряды: Отчет. Ухта, 2003.

References

1. Aibabin N. A., Dudar L. P., Sablukov S. M., Dovzhikova E. G., Plyakina I. G. *Poiskovo-otsenochnye raboty na almayı na Umbinskom i Mezenskom uchastke* (Search-evaluation works for diamonds in Umba and Mezen areas). Report. Ukhta, 1982.

2. Bobrov A. A. *Otrazheniya nekotorykh osobennostei razlomnykh zon Priolhonya i Yuzhnogo Priangarya v emanatsiyah radona* (Some features of fault zones of Olkhon area and South Angara area in radon emanations). *Tektonofizika i aktualnye voprosy nauk o zemle*. Proceedings, Moscow, 2009, V. 2, pp. 5—9.

3. Magomedova A. Sh. *Lokalnye magnitnye anomalii Chetlasskogo kamnya i ih geologicheskaya priroda* (Local magnetic anomalies of Chetlassky Kamen and their geological nature). *Vestnik of Institute of Geology KSC UB RAS*. Syktyvkar, No.8, 2006, pp. 21—23.

4. Parmuzin N. M. *Otchet na proizvodstvo poiskovykh rabot na kompleks poleznykh iskopayemykh (manganets, redkie metally, almazy, zoloto) na territorii Chetlасского Kamnya (Srednii Timan) i ego obramleniya na territorii Respublik Komi* (Report for search works for mineral resources (manganese, rare metals, diamonds, gold) on the area of Chetlассky Kamen (Middle Timan) and its boundaries on Komi Republic). Inta, 2003.
5. Seminskii K. Zh., Cheremnykh A. V., Bobrov A. A. *Razlomnye zony Pribaikal'ya: vnutrennyaya struktura i geofizicheskie polya* (Fault zones of Baikal area: inner structure and geophysical fields). *Tektonofizika i aktual'nye voprosy nauk o zemle*. Proceedings, Moscow, 2009, V. 2, pp. 151—156.
6. Seminskii K. Zh., Bobrov A. A., Demberel S. *Variatsii obemnoi aktivnosti radona v razlomnykh zonakh zemnoi kory: prostranstvennyye osobennosti zonakh* (Variations of volume activity of radon in fault zones of earth crust: spatial features of zones). *Fizika Zemli*, 2014, No. 6, pp. 80—98.
7. Spivak A. A. *Osobennosti geofizicheskikh polei v razlomnykh zonakh* (Features of geophysical fields in fault zones). *Fizika Zemli*, 2010, No. 4, pp. 55—66.
8. *Struktura platformennogo chehla Evropeiskogo Severa SSSR* (Structure of platform cover of European North of USSR). Editor V. A. Dedeev. Leningrad, Nauka, 1982, 200 pp.
9. Shametko V. G. *Poiskovye raboty na korennyye istochniki almazov v severnoi chasti Vol'sko-Vymskoi* (Search works for primary sources of diamonds in Northern part of Vol'sko-Vymskaya). Report. Ukhta, 2003

Рецензент

д. г-м. н. Н. В. Шаров