

пироксениты и габбро Федоровской магматической камеры; 2501 – 2497 - 2485 млн. лет – габбро-ориты и габбро главной фазы магматической камеры Западно-Панского блока, раннее рассеянное, относительно бедное Pt-металльное оруденение и относительно богатое Cu-Ni сульфидное оруденение в базальных частях массива (особенно Федоровское месторождение); около 2470 млн. лет [5] – пегматоидные габбро-анортозиты и, вероятно, связанные с их флюидами богатые Pt-металльные руды Нижнего расслоенного горизонта месторождения Малая Пана; около 2450 млн. лет [5] – поздние анортозитовые инъекции и, возможно, локальные линзовидные скопления богатых Pt-Pd рудопроявлений Верхнего расслоенного горизонта.

Работа выполнена в рамках проекта НШ – 1413.2006.5, Государственного контракта с Федеральным агентством по науке и инновациям № 02.445.11.7403 и при поддержке гранта РФФИ № 07-05-00956 и “офи - а” № 05-05-08-208.

### Литература

1. Додин Д.А., Чернышев Н.М., Яцкевич Б.А. Платинометалльные месторождения России. СПб.: Наука. 2000. 755 с.
2. Митрофанов Ф.П., Корчагин А.У., Рундквист Т.В. Федорово-Панская расслоенная мафическая интрузия (Кольский полуостров): геология и платинометалльное оруденение // Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования. Москва. 2004. С. 175–186.
3. Митрофанов Ф.П. Pt-Pd руды – новый вид рентабельного и конкурентно способного горнорудного сырья Мурманской области. // Природопользование в Евро-Арктическом регионе: опыт XX века и перспективы. Изд. КНЦ РАН. Апатиты. 2001. С. 103–108.
4. Митрофанов Ф.П. Новые виды минерального сырья Кольской провинции: открытые и перспективы. // Смирновский сборник – 2005. Москва. 2005. С. 39–54.
5. Баянова Т.Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. С.-Пб.: Наука. 2004. 174 с.
6. Ниткина Е.А. Изотопное U-Pb датирование циркона из пород платиноносного расслоенного Федорово-Панского интрузива (Кольский полуостров). // ДАН, 2006, т. 408, № 1. С. 87–91.
7. Серов П.А., акад. Митрофанов Ф.П. Платиноносный расслоенный Федорово-Панский интрузив (Кольский полуостров): новые Sm-Nd изохроны и изотопно-геохимические данные. // Доклады АН, 2005, т. 403, № 5. С. 1–4.
8. Schissel D., Tsvetkov A. A., Mitrofanov F. P., Korchagin A. U. Basal Platinum-Group Element Mineralization in the Fedorov Pansky Layered Mafic Intrusion, Kola Peninsula, Russia. // Economic geology. Vol. 97. 2002. P. 1657–1677.
9. Баянова Т.Б. Бадделеит – перспективный геохронометр щелочного и базитового магматизма. // Петрология 2006, т. 14, № 2, стр. 203–214.
10. Серов П.А., Карпов С.М., Шерстенникова О.Г. Геохимические особенности щелочных массивов и расслоенных гипербазит-базитовых интрузий северо-восточной части Балтийского щита. // Тез. докл. XVII симпозиума по геохимии изотопов им. акад. А.П. Виноградова. Москва, 2004. С. 236–237.

## Геодинамический режим земной коры Севера Русской плиты

Беленович Т.Я.

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск, e-mail: felix@dvina.ru

Длительность существования и глобальное распределение напряженно-деформированного земной коры отмечается множественными проявлениями сейсмичности различного энергетического класса. При этом, наиболее частые и интенсивные сейсмопроявления на больших площадях приурочены к местам разрядки напряжений, связанных с тектонически активными структурными элементами локального, регионального или глобального характера. Установлено, что земная кора в целом дискретна и имеет четко выраженное блоковое строение. Европейский Север России не является исключением.

На рис. 1 представлена схема сопоставления блоковой тектоники и сейсмичность Балтийского щита и Севера Русской плиты, зафиксированных эпицентров землетрясений с магнитудой  $M \geq 3,5$  за период 1964–1991 гг.

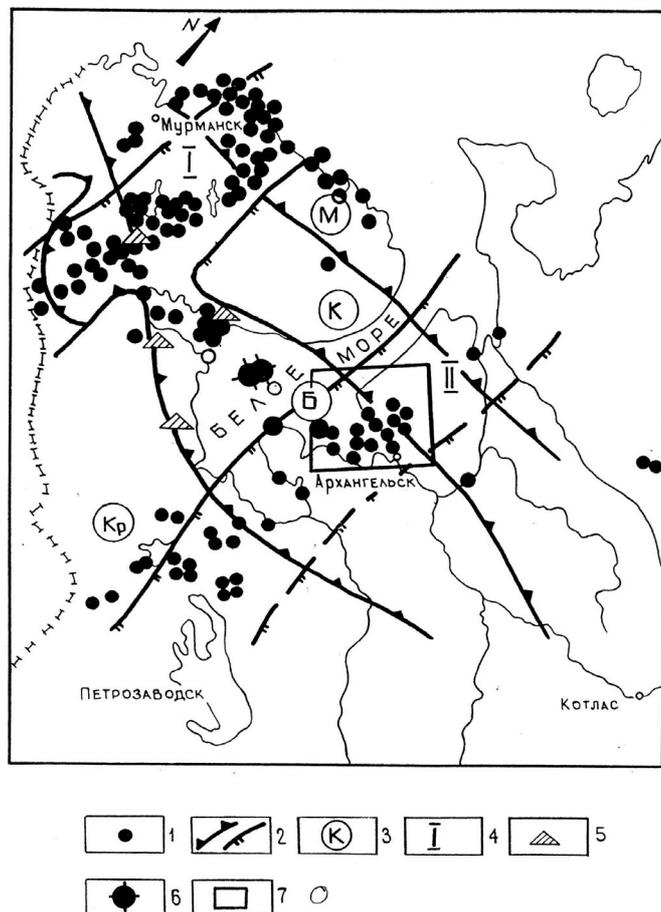


Рис. 1. Схема сопоставления блоковой тектоники и сейсмичность Балтийского щита и Севера Русской плиты:

1 – зафиксированные очаги землетрясений  $M \geq 3,5$  в земной коре; 2 – разломы, ограничивающие мегаблоки, трансблоковые зоны; 3 – основные мегаблоки и их индексы: М – Мурманский; К – Кольский; Б – Беломорский; К<sub>р</sub> – Карельский; 4 – трансблоковые зоны: I – Хибинская; II – Балтийско-Мезенская; 5 – сейсмические станции; 6 – сильные  $M=5,6$  землетрясения; 7 – морфоструктурный узел сочленения Беломорского геоблока и Балтийско-Мезенской трансблоковой зоны.

Как видно на схеме, эпицентры землетрясений в исследуемом регионе расположены не хаотично, а вполне закономерно в виде широких полос северо-западного и северо-восточного простирания. Сопоставление эпицентров землетрясений с разломно – блоковой тектоникой показало, что положение полос эпицентров контролируется простиранием Мурманского и Беломорского геоблоков (с-в) и секущих их трансблоковых зон – Хибинской и Балтийско-Мезенской (с-з) [1].

Широко используемые в настоящее время методы изучения приповерхностных природных структур, основанные на дискретных измерениях механических параметров ( дифференциальных движений, различного вида деформаций и их производных ) в отдельных участках( блоках ), не позволяют получать целостную картину поведения сложно структурированной геологической среды.

Блочная структура и наличие выраженных разно ориентированных движений индивидуальных и консолидированных блоков приводит, как известно, к мозаичному, пространственно неоднородному распределению основных механических характеристик среды.

Глубинные тектонические разломы, как геологические структуры, весьма гетерогенны как по вещественному составу, так и по физическим свойствам, поэтому разные их участки могут существенно отличаться друг от друга распределением динамических параметров, сейсмичностью, дис-

клетностью и т.д. В процессе работы авторы использовали карту блокового строения восточной части Балтийского щита (под ред. Т.В. Билибиной) и карту основных тектонических нарушений мантийного заложения (под ред. В.З. Березовского).

Среднее расстояние между границами геоблоков в системе подчиняются закону, выраженной зависимости:  $L_{i+1}/L_i = K$ , где  $K$  – коэффициент дискретности;  $L_i$  – ширина исследуемого блока;  $L_{i+1}$  – ширина геоблока следующего порядка. В нашем случае мы принимаем, что выделенные по высокой сейсмической активности Мурманский и Беломорский геоблоки, Хибинская и Балтийско-Мезенская трансблоковые зоны являются зонами 1-го порядка, а обрамляющие их мелкие блоки более низкого порядка.

Расчеты коэффициента дискретности  $K$  для вышеуказанных геоблоков и трансблоковых зон сведены в таб. 1

**Таблица 1.** Значения коэффициента дискретности для блоков

Мурманский геоблок	Беломорский геоблок	Хибинская трансблоковая зона	Балтийско-Мезенская трансблоковая зона
2.53	2.64	2.32	2.63

Расчеты коэффициента дискретности  $K$  для морфоструктурных узлов представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Значения коэффициента для морфоструктурных узлов

Морфоструктурный узел	Сочленение Беломорского геоблока и Хибинской зоны	Сочленение Беломорского геоблока и Балт.-Мез. Зоны
$K = \text{cp}$	2.35	2.42

Как видно из таблиц,  $K_{\text{max}}$  приходится на Беломорский геоблок и Балтийско-Мезенскую трансблоковую зону. Именно в их пределах произошли сильные  $M=5.6$  землетрясения – это землетрясение в Мезени в 1936 г. (п. Долгощелье) и два землетрясения (1976 г., 1987 г.), произошедшие в пределах Беломорского геоблока в Кандалакшском заливе.

За исследуемый период времени был проведен расчет удельной энергии упругой деформации для Беломорского геоблока и Балтийско-Мезенской трансблоковой зоны. Удельная энергия упругой деформации состоит, как известно, из суммы удельной энергии упругой деформации объема и формы и может быть записана в виде:  $Wq = 1/2KP^2 + 1/2 ME^2$

Расчетные данные энергоемкости для Беломорского геоблока  $Wq = 9,8 \cdot 10^{11}$  эрг/м<sup>3</sup>; для Балтийско-Мезенской трансблоковой зоны  $Wq = 9,6 \cdot 10^{11}$  эрг/м<sup>3</sup> [2]. Полученные результаты являются весьма существенным дополнением к пониманию энергоемкости блоков, их дискретности и фактора проявления внутриплитной сейсмичности. В конечном итоге полученные расчеты позволят пролить свет на современную геодинамику земной коры Европейского Севера России по сейсмическим данным.

Из сопоставления результатов расчета энергоемкости Беломорского геоблока и Балтийско-Мезенской трансблоковой зоны следует, что они практически совпадают. Однако, Беломорский геоблок, если судить по сейсмической активности, в настоящее время наиболее динамичен, чем Балтийско-Мезенская трансблоковая зона. Но это не говорит о том, что при соответствующих обстоятельствах (к примеру, изменения угла левостороннего поворота Евроазиатской плиты относительно собственного центра вращения, при этом перемещаясь относительно полюса вращения между Северо-Американской и Гренландской плитами) [3] динамика Балтийско-Мезенской зоны может измениться, если не в пределах всей зоны, то в наиболее энергоемких участках в ее пределах.

Для получения представлений о современных динамических процессах в земной коре и литосфере, как известно, весьма эффективно использование данных о фокальных механизмах очагов землетрясений. На рис.2. изображена схема разломно – блоковой тектоники и фокальные механизмы очагов землетрясений, заштрихован морфоструктурный узел сочленения Беломорского геоблока и Балтийско-Мезенской трансблоковой зоны

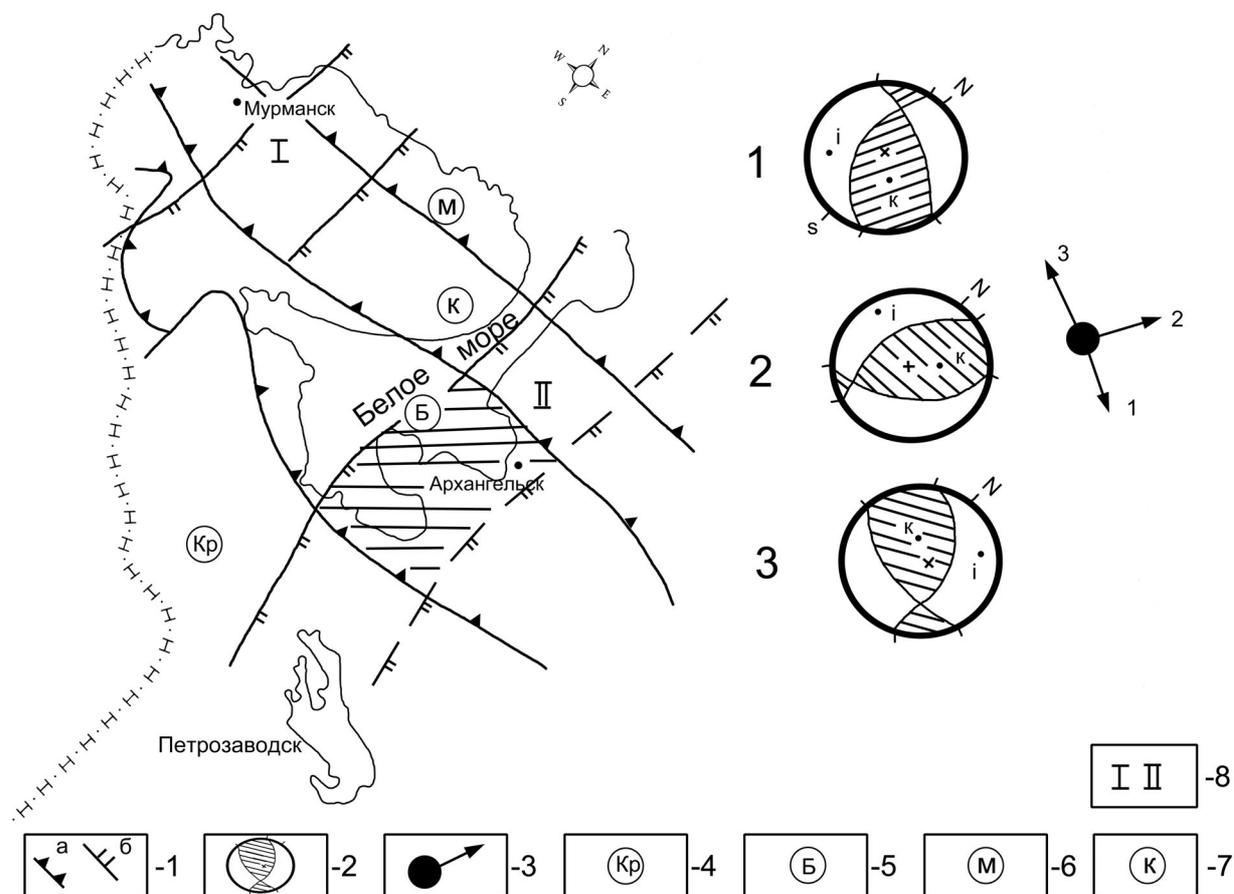


Рис. 2. Схема разломно-блоковой тектоники и фокальные механизмы очагов землетрясений Балтийского щита и Севера Русской плиты:

1 – разломы, ограничивающие мегаблоки (а) и трансблоковые зоны (б); 2 – групповые механизмы очагов землетрясений в морфоструктурном узле (заштрихованы области волн сжатия); 3 – направления векторов скольжения согласно определениям фокальных механизмов 1, 2, 3; 4 – 8 – мегаблоки и трансблоковые зоны (то же, что и на рис. 1. 3 – 4)

Справа на схеме даны определения групповых механизмов очагов землетрясений (по методу Л.А. Мишариной). Получено три определения, стереографические проекции верхней полусферы сетки Вульфа в которых показаны на рис.2. под номерами 1, 2, 3. Сравнивая простирание геоблока и трансблоковой зоны с ориентацией плоскостей разрыва, нетрудно заметить, что подвижки плоскостей в одном случае происходили вдоль Беломорского геоблока, в другом – вдоль Балтийско-Мезенской трансблоковой зоны, подчеркивая сложные динамические процессы, происходящие в морфоструктурном узле. Внутриплитные процессы существенно искажают глобальное распределение напряжений на локальных участках земной коры, при формировании напряженного состояния которых играют тектонические напряжения разного масштаба, а так же иерархия трещиноватости. другими словами, дискретность земной коры.

В заключении отметим, что, учитывая дискретность земной коры, энергоёмкость, деформирование и работу тектонических нарушений (геоблоков и трансблоковых зон) в режиме динамо – пары приходим к выводу, что разрядка напряжений при землетрясениях обусловлена сложными геодинамическими процессами, происходящими в земной коре Европейского Севера, связанными: во-первых, со смещениями в пределах Срединно-Арктического хребта; во-вторых, с проявлениями региональных особенностей ориентировки осей сжимающих напряжений, направления которых меняются во времени.

### Литература

1. Беленович Т.Я.; Шумилова Ю.Н. О сейсмичности литосферы Кольского полуострова, севера Архангельской области и ее связей с особенностями тектонического строения // Актуальные проблемы экологического образования и охраны природы. Сб. науч. статей Архангельск: ПГУ, 1997. С. 138–144.
2. Беленович Т.Я. Дискретность земной коры Европейского Севера России и сейсмичность // Геодинамика и геологические изменения в окружающей среде северных регионов. Матер. Всеросс. конфер. Архангельск: 2004. Т. 1. С. 94–95.
3. Беленович Т.Я.; Кутинов Ю.Г. Новейшая и современная геодинамика Севера Евразии // Фундаментальные проблемы геотектоники. Матер. XL Тектонич. совещ. Москва: ГЕОС, 2007. С. 73–78.

## Особенности современного осадконакопления органического вещества в донных отложениях Онежского озера

Белкина Н.А.

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, e-mail: [belkina@nwpi.krc.karelia.ru](mailto:belkina@nwpi.krc.karelia.ru)

Современные донные отложения Онежского озера формируются в результате взаимодействия многообразия процессов, происходящих в осадках, в водной среде и на водосборе под влиянием климатических и антропогенных факторов. Отличительной чертой процесса озерного седиментогенеза Онежского озера в настоящее время является увеличение скорости осадконакопления в районах, подверженных антропогенному влиянию (особенно в Кондопожской и Петрозаводской губах), что повлияло на качественный и количественный состав донных отложений. Естественная гетерогенность экосистемы Онежского озера, усиливающаяся неравномерным распределением антропогенных нагрузок на водоем, обуславливает разнообразие процессов накопления органического вещества (ОВ) в донных отложениях (ДО) разных районов озера [1-5].

В ходе седиментогенеза в составе ОВ уменьшается содержание всех компонентов «живого вещества» (белков, аминокислот, углеводов, липидов и т.д.) и увеличивается содержание продуктов его гумификации (гуминовых и фульвовых кислот). Разложение групп ОВ происходит с разной скоростью, быстрее всего разлагаются белково-подобные вещества, медленнее всего углеводы. В аэробной водной среде (для Онежского озера характерны окислительные условия гиполимниона) окисление происходит за счет растворенного в воде  $O_2$  и конечными продуктами являются  $CO_2$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $NO_3^-$ . С-, N-, P- составляющие ОВ проявляют различную устойчивость в процессах его минерализации. Разложение взвешенного ОВ происходит в направлении обогащения его углеродом и обеднения азотом и фосфором, что действительно подтверждается составом изученных поверхностных взвесей. Степень изменения взвешенного органического вещества в водной толще, попадающего на дно и участвующего затем в диагенетических окислительно-восстановительных процессах, тем больше, чем больше времени занимает процесс седиментации. Время седиментации взвешенного материала определяется морфометрическими параметрами котловины, гидродинамическими условиями и размером частиц. Скорость осадконакопления для зон аккумуляции в Центральном районе озера не превышает по оценкам М.И. Семеновича [8] 0.3 мм в год, для Петрозаводской губы – 1–3 мм в год (оценка автора), для Кондопожской губы – варьирует от 1мм до нескольких сантиметров [7, 9], вследствие чего наименее преобразованными являются взвеси Кондопожской губы.

Органическое вещество, оседающее на дно в Центральном районе озера, переносится с пелитовой фракцией (<0.01 мм) и отличается от заливов более высоким содержанием азота (0.52%, C:N=20 – здесь и далее все расчеты выполнены на воздушно-сухой вес и приведены атомные отношения химических элементов) и высокой величиной рН по сравнению с поверхностными взвесями других районов озера (Табл.1). Для Петрозаводской губы определяющим фактором при формировании ОВ осадков является взвешенный сток р. Шуи (средний диаметр частиц,  $Md \approx [0.01; 0.05\text{мм}]$ ), среднее значение отношения C:N=28. Поверхностные взвеси ДО, залегающих в районе сброса сточных вод, имеют максимальные концентрации фосфора (до 0.25%) и наибольшие значения потери