

ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ БУРЛАКОВ

младший научный сотрудник лаборатории глубинного геологического строения и динамики литосферы, Институт экологических проблем Севера Уральского отделения РАН (г. Архангельск)  
 asmat21@mail.ru

## ОТРАЖЕНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР ОНЕЖСКОГО ГРАБЕНА В ЛАНДШАФТАХ СЕВЕРОВИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

В работе рассмотрены особенности геоморфологических структур и гидросети Северовинской низменности и их связь с тектоническим строением региона. Результаты морфоструктурного анализа позволяют судить о повышенной интенсивности склоновых и эрозионных процессов в зонах геодинамического влияния тектонических структур. Данные факты подтверждают наличие системной связи между глубинными и поверхностными компонентами геосферы.

Ключевые слова: структурная геоморфология, тектоника, Онежский грабен, Северовинская низменность

При комплексных ландшафтных исследованиях на равнинах рельеф и особенности гидро-сети рассматриваются в контексте геоморфологических факторов, при этом происходит недооценка роли тектонических структур (в том числе древнего заложения) и неотектонических движений. Сложность выделения участков, которые могут отражать глубинное строение в геоморфологических структурах, связана прежде всего с низкой сейсмической активностью юго-восточной части Онежского грабена, отсутствием активизированных разломов, большой мощностью осадочного чехла, а также низменными ландшафтами без значительных перепадов рельефа. В то же время данные тектонические структуры не настолько пассивны, как это принято считать, на что указывает, например, миграция очагов землетрясений с Балтийского щита на север Русской плиты вдоль древних разломов северо-западного простирания [2].

В настоящей работе сделана попытка выявить сопряженность современных компонентов ландшафтов Северовинской низменности с тектоническими структурами на основе морфометрических характеристик, линейных форм различных ориентировок и геометрии рисунка гидрографической сети и рельефа.

### РАЙОН, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

**Район исследований.** Рассматриваемая территория (рис. 1) расположена в юго-восточной части Онежского грабена на севере Русской плиты и характеризуется типичным двухъярусным строением, которое включает докембрийский кристаллический фундамент и чехол осадочных (PZ-KZ) комплексов [6]. Глубина залегания фундамента колеблется от 2 до 9 км. В современном рельефе преобладают озерно-аллювиальные и ледниково-озерные равнины, осложненные конечно-моренными грядами с высотами над уровнем моря 20–50 м. В центральной части района

обособляется Моржегорский карстовый район. Здесь отмечено интенсивное развитие форм поверхностного карста: задернованный карст, провалы, воронки, карстовые лога, карстовые цирки, провалы.

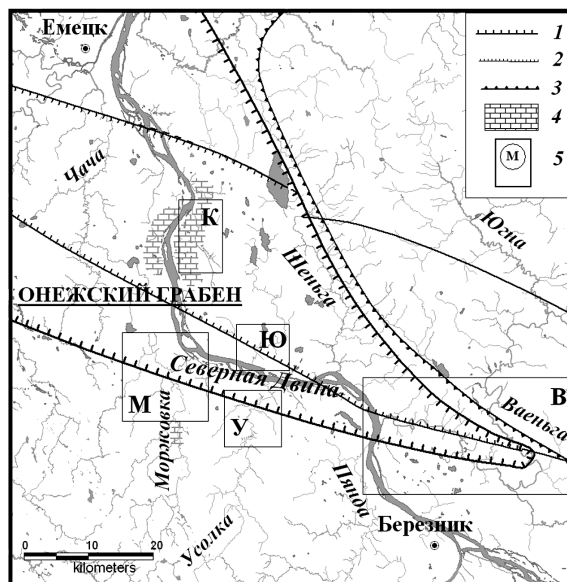


Рис. 1. Схема района исследований: 1 – граница Онежского грабена; 2 – тектонические разломы более низкого ранга; 3 – уступ Двинско-Мезенской возвышенности; 4 – Моржегорский карстовый район; 5 – ключевые участки исследований (К – Кирокса, Ю – Юмата, М – Моржевка, У – Усолка, В – Ваеньга)

**Материал и методика исследований.** Для анализа геолого-геоморфологической обстановки использовались следующие материалы: топокарты масштаба 1:100 000, тектоническая карта Белого моря и прилегающих территорий (М 1:1 500 000) [5], карта генетических типов рельефа (автор Т. Ю. Затульская) [3].

В морфометрическом анализе использовались оцифрованные векторные слои элементов гидро-сети и рельефа с государственных топографических карт масштаба 1:100 000.

Параметры рельефа оценивали с помощью цифровой модели рельефа (ЦМР), построенной по векторным картам горизонталей (высота сечений рельефа – 10 м), отметок высот и урезов воды. Для построения ЦМР использовался метод интерполяции Natural Neighbor, реализованный в модуле Vertical Mapper 3.1.1. ГИС-пакета MapInfo 8.5. Расчет среднего наклона поверхности (градусы) выполнен с помощью функции Slope в модуле Vertical Mapper 3.1.1.

В качестве характеристик рельефа, отражающих связь с тектоническими структурами, были выбраны изменение высот рельефа, ориентация линейных форм рельефа и элементов гидросети. Согласно [4], существенными признаками тектонических структур следует считать изменение высоты на 1/10 от средней высоты местности, смену ориентации линейных элементов ландшафта на 30° и более в равнинных условиях.

На ключевых участках гидросети проведены расчеты среднего уклона водотоков. В случае недостаточного количества отметок урезов воды использовались значения горизонталей в точках пересечения ими русла. Средний уклон водотоков (в промилле) вычислялся по формуле (1):

$$I = (H_n - H_0)/L = \Delta H/L, \quad (1)$$

где  $H_n$  – отметка высоты уреза воды в начальном пункте, м;  $H_0$  – отметка высоты уреза воды в конечном пункте, м;  $L$  – длина водотока между этими пунктами, км.

Данные гидрографические характеристики вкуче с ориентацией линейных форм и высотами местности являются одними из наиболее информативных геоморфологических признаков разломов и разрывных нарушений, отражающих структуры древнего заложения, а также неотектонический режим [1], [4].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Рельеф.** Геоморфологическими признаками тектонических структур Онежского грабена могут служить уступ Двинско-Мезенской возвышенности в юго-восточной части, маркирующий и наследующий направление грабена, а также вытянутый участок на левом берегу р. Северная Двина северо-западного простирания, маркирующий высотную ступень 30 м в нижнем течении бассейнов рек Моржовка и Усолка (рис. 2). На данных участках разломные структуры также маркируют резкое изменение глубины залегания фундамента от 8–9 до 2–3 км.

В условиях Северодвинской низменности слаборасчлененный рельеф с преобладанием плоских поверхностей приводит к формированию крупных по площади ландшафтных контуров. Эта монотонность нарушается на склоновых и приречных ландшафтных комплексах, где отмечается большее количество ландшафтных единиц при сравнительно малой их площади. Наибольшим разнообразием ландшафтных единиц низшего ранга (фаций и урочищ) отличаются

территории с размахом высот рельефа от 20 м и более и как следствие – с высокими значениями угла наклона поверхности, а также зоны контакта геоморфологических структур и районы с близким залеганием либо выходом на земную поверхность карстующихся пород.

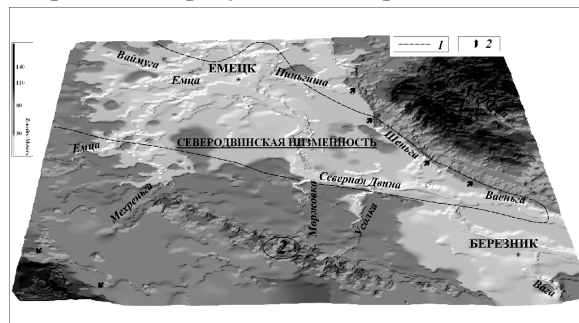


Рис. 2. Трехмерная модель рельефа Северодвинской низменности и прилегающих территорий (1 – Двинско-Мезенская возвышенность, 2 – холмисто-моренная гряда северо-западного простирания, 3 – Онего-Двинская возвышенность); 1 – граница Онежского грабена, 2 – стрелками показаны уступы

Северодвинская низменность характеризуется очень слабым наклоном поверхности, значения не превышают 0,5–0,8°. Наибольшие значения угла наклона поверхности (1,5–2,9°) отмечены для локальных участков, расположенных в бассейнах нижнего течения рек Моржовка, Усолка, Ваеньга, Юмата, Чача и приуроченных к тектоническим структурам Онежского грабена (рис. 3). Высокие значения уклона поверхности в бассейне р. Кирокса связаны с развитием здесь карстовых процессов.

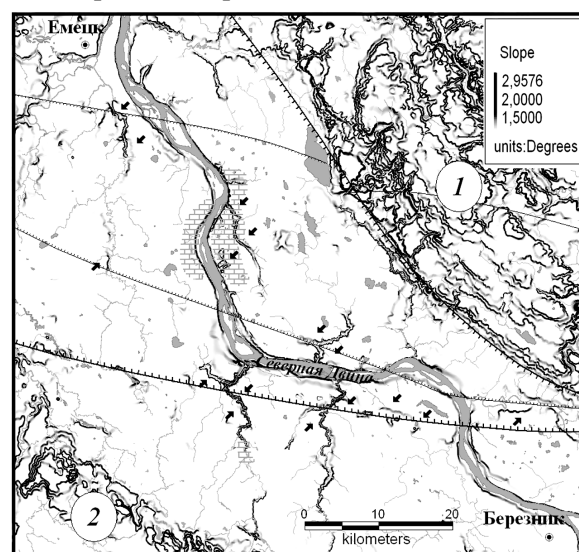


Рис. 3. Фрагмент модели распределения углов наклона поверхности: стрелками выделены участки с наибольшими значениями этого параметра. 1 – Двинско-Мезенская возвышенность, 2 – холмисто-моренная гряда

**Гидрографическая сеть.** Для низменных ландшафтов Среднего Подвинья характерны низкие значения среднего уклона водотоков, в среднем

0,1 промилле (10 см на 1 км). Аномально высокие значения среднего уклона водотоков отмечены для участков нижнего течения рек Моржовка (с притоками Березовка и Ракусора), Усолка, Кирокса, Ваеньга, а также для притоков р. Шеньга, берущих начало на Двинско-Мезенской возвышенности (см. таблицу).

Средние значения уклона рек  
Северодвинской низменности

| Ключевые участки<br>Северодвинской<br>низменности                                                              | Реки                                                              | Среднее<br>значение<br>уклона<br>реки, см/км |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Равнинные ландшафты                                                                                            | Моржовка, Усолка,<br>Пянда, Юмата<br>Кирокса<br>(верхнее течение) | 10                                           |
| Равнинные ландшафты,<br>в местах пересечения<br>долин рек тектоничес-<br>кими структурами<br>Онежского грабена | Моржовка<br>Усолка<br>Ваеньга                                     | 41,2                                         |
| Карстовые ландшафты                                                                                            | Кирокса (нижнее<br>и среднее течение)                             | 47,5                                         |

Высокие значения уклона (в среднем 0,41 промилле, или 41 см на 1 км) характерны для локальных участков, сопряженных с направлением разломов Онежского грабена и территории Моржегорского карстового района (47,5 см на 1 км) (рис. 4).

Для нижнего течения рек Ваеньга, Моржовка, Усолка и Юмата характерна смена общего направления течения реки в виде коленчатых пе-

реломов в местах пересечения этих долин тектоническими структурами северо-западного простирания (рис. 4). Ярким примером может служить излучина в нижнем течении р. Ваеньга, контур которой повторяет юго-восточную оконечность Онежского грабена. Для рассмотренных ключевых участков характерна общность рисунка гидросети: в местах пересечения разломных структур долины главной реки наблюдается впадение нескольких притоков второго порядка, а также резкое изменение направления течения водотоков в среднем на 70–90°.

Подобный гидрографический рисунок характерен для морфоструктурных узлов в центральной части Русской равнины [4]. Для данных участков создаются благоприятные условия для разгрузки вод на бортах долин и в руслах рек. Так, в нижнем течении рек Моржовка, Усолка и Пянда отмечены выходы соленых вод с минерализацией 25 г/л.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты морфоструктурного анализа территории Северодвинской низменности позволяют говорить о повышенной интенсивности склоновых и эрозионных процессов в зонах геодинамического влияния тектонических структур и в районах распространения карста. Данные факты подтверждают наличие системной связи между глубинными и поверхностными компонентами геосфер.

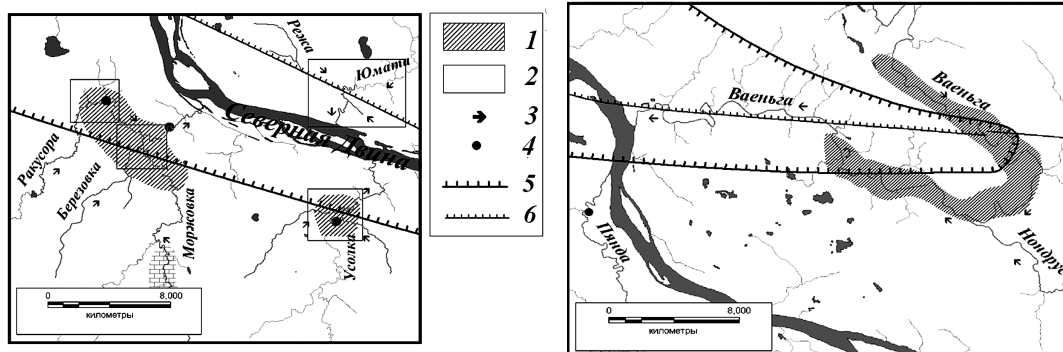


Рис. 4. Схема сопоставления материалов. Ключевые участки – Юмата, Усолка, Моржовка и Ваеньга: 1 – участки с высокими значениями уклона водотоков; 2 – участки с резким изменением общего направления течения; 3 – направление течения рек; 4 – выходы минерализованных вод; 5 – граница Онежского грабена; 6 – рифейские разломы более низкого ранга

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кутинов Ю. Г., Чистова З. Б. Иерархический ряд проявлений щелочно-ультраосновного магматизма Архангельской алмазоносной провинции. Их отражение в геолого-геофизических материалах. Архангельск, 2004. 281 с.
- Кутинов Ю. Г., Чистова З. Б. Геолого-геофизические характеристики Юго-Восточного Беломорья // Система Белого моря. Т. I. Природная среда водосбора Белого моря. М.: Научный мир, 2010. С. 94–118.
- Поморская энциклопедия. Т. II. Природа Архангельского Севера. Архангельск, 2007. 603 с.
- Ранцман Е. Я., Гласко М. П. Морфоструктурные узлы – места экстремальных природных явлений. М.: Медиа-Пресс, 2004. 224 с.
- Тектоническая карта Белого моря и прилегающих территорий. Масштаб 1:1 500 000. М.: ГИН РАН, 2010.
- Юдахин Ф. Н., Щукин Ю. К., Макаров В. И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 299 с.