

© 2016 г. П.С. БУРЛАКОВ

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ БЕЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОГО ПЛАТО НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА

*Архангельский филиал ФГБУ “Рослесинфорг”, Архангельск, Россия
e-mail: asmat21@mail.ru*

Введение

Районирование территории – одна из центральных задач географических дисциплин, которая позволяет выявлять закономерности организации природно-территориальных комплексов и их отдельных компонентов. В данной работе на основе цифровой модели рельефа выделены и кратко охарактеризованы геоморфологические районы, входящие в состав Беломорско-Кулойского плато. Геоморфологическое районирование данной территории оказалось более сложным, чем представлялось ранее, что связано в первую очередь с отсутствием средне- и крупномасштабных моделей рельефа, построенных на основе ГИС-технологий. Комплексный анализ различных картографических материалов и цифровой модели рельефа также позволил выявить ряд “сквозных” парагенезов в системе кристаллический фундамент – осадочный чехол – современный рельеф. Подобные работы позволяют наиболее точно отражать особенности рельефа как одного из ведущих компонентов ландшафта и использовать картографический материал при комплексном районировании и морфоструктурном анализе.

Район исследований

Беломорско-Кулойское плато расположено на севере Русской равнины в междуречье рек Северная Двина, Пинега и Кулой. Площадь плато около 20500 км², средняя высота приблизительно 100 м, максимальная – 218 м.

В геолого-структурном отношении район исследования расположен в зоне контакта Балтийского щита и Мезенской синеклизы. Фундамент рассечен на блоки, которые образуют систему сопряженных рифейских горст-грабеновых структур [1]. На плато многочисленны проявления щелочно-ультраосновного магматизма позднепалеозойского возраста, входящие в состав Архангельской алмазонасной провинции. В районе выявлены два промышленных месторождения алмазов: им. М. Ломоносова и им. В. Гриба.

Беломорско-Кулойское денудационное плато развито на осадочных породах венда и палеозоя [2]. В современном рельефе преобладают плоские волнистые и пологоволнистые равнины, сложенные палеозойскими осадочными породами с маломощным чехлом четвертичных отложений различного генезиса. Территория расчленена сетью каньонообразных долин рек Лака, Сояна, Сотка и Золотица с глубиной вреза до 80 м. Довольно многочисленны формы поверхностного карста, особенно характерные для сульфатных формаций в восточной части плато. В центральной части плато в бассейнах рек Падун, Кепина и Пачуга преобладают участки древнего и омоложенного карбонатного карста. Карстующимися породами здесь служат известняки и доломиты карбона, местами нижнепермского возраста [2].

Материал и методика исследований

Несмотря на то, что на территорию плато составлено большое количество геологических карт, представление о границах конкретных структур и внутреннем строении данного региона вызывает споры. Для анализа тектонического строения и геолого-

геоморфологической обстановки были выбраны Тектоническая карта Белого моря и прилегающих территорий (м-б 1:1500000) [3], схема новейших морфоструктур Беломорья [4], карты четвертичных и дочетвертичных образований (м-б 1:1000000) [5, 6] и карта генетических типов рельефа (автор Т.Ю. Затульская) [2]. Также использовались опубликованные материалы по районированию карста севера Русской равнины [7, 8] и морфометрическим параметрам озер [9].

Цифровая модель рельефа была построена на основе векторной карты горизонталей (высота сечения рельефа 10 м), отметок высот и урезов воды с государственных топографических карт м-ба 1:100000. Для построения цифровой модели рельефа использовался метод интерполяции Natural Neighbor, реализованный в модуле *r.surf.nmbathy* гис-пакета GRASS 6.4.3. Выделение геоморфологических структур проводилось по высотным ступеням: до 40 м – низменности, 40–80 м – равнины, от 100 м и более – возвышенности и плато.

Геоморфологическое районирование

Беломорско-Кулойское плато в течение длительного времени рассматривалось как единая геоморфологическая единица, однако внутренняя структура плато по морфометрическим и литологическим особенностям оказалась довольно разнообразной и представляет собой сложный ансамбль, состоящий из семи геоморфологических структур: Золотицкая, Соянская и Соткинская возвышенности, Полто-Келдинская и Мегорская равнины, а также гряды Богачева и Юмала (рис. 1).

Золотицкая денудационная возвышенность площадью около 11300 км² (средняя высота приблизительно 130 м, максимальная – 216 м) сложена осадочными породами венда и палеозоя. Мощность четвертичных отложений от 20 до 100 м. Преобладают суглинистые отложения со щебнем и валунами. Карстовые формы (участки древнего и омоложенного карбонатного карста) приурочены к бассейну рек Падун, Кепина и Пачуга. Карстующимися породами здесь служат известняки и доломиты верхнего и среднего карбона, местами нижнепермского возраста. В южной части возвышенности расположена гряда Богачева, дугообразной формы, протяженностью 84 км, шириной 2–3 км. Для территории характерен маломощный чехол четвертичных отложений, подстилаемый известняками, гипсами и мергелями нижней и верхней перми. Карст развивается, преимущественно, в сульфатной формации сакмарского яруса нижней перми. Средняя высота гряды 80 м, максимальная – 130 м. Гряда Богачева названа нами в честь геолога Якова Терентьевича Богачева (1889–1937), который изучал гипсоносные отложения в бассейне Северной Двины и Пинеги и разработал схему стратиграфии этого района.

Соянская денудационная возвышенность площадью около 5000 км², средняя высота 120 м, максимальная – 218 м, сложена горизонтально залегающими палеозойскими породами с маломощным чехлом четвертичных отложений (до 10 м), представленных, в основном, суглинками и валунными глинами. Восточная и северная границы возвышенности резкие, проходят по структурно-денудационному уступу высотой от 50 до 80 м. Уступ и прилегающие территории плато носят название Беломорские горы или Беломорский хребет. Участки интенсивного карстообразования приурочены к сульфатно-карбонатной (сакмарский ярус нижней перми) и терригенно-сульфатной (уфимский ярус верхней перми) формациям в бассейнах рр. Сояна и Лака (глубина вреза этих каньонообразных долин достигает 70 м), а также в районе Койдозера. На водоразделе между рр. Лака и Полта расположена дугообразная в плане гряда Юмала длиной около 35 км, шириной 2–3.5 км. Неоднородная по высоте гряда подразделяется на две части – возвышенную, длиной около 17 км (средняя высота 120 м, максимальная – 150 м) и низменную, длиной около 18 км (средняя высота 50 м, максимальная – 79 м).

В юго-восточной части плато обособляется *Соткинская* возвышенность, площадью около 930 км² (средняя высота 120 м, наибольшая – 170 м). Возвышенность в

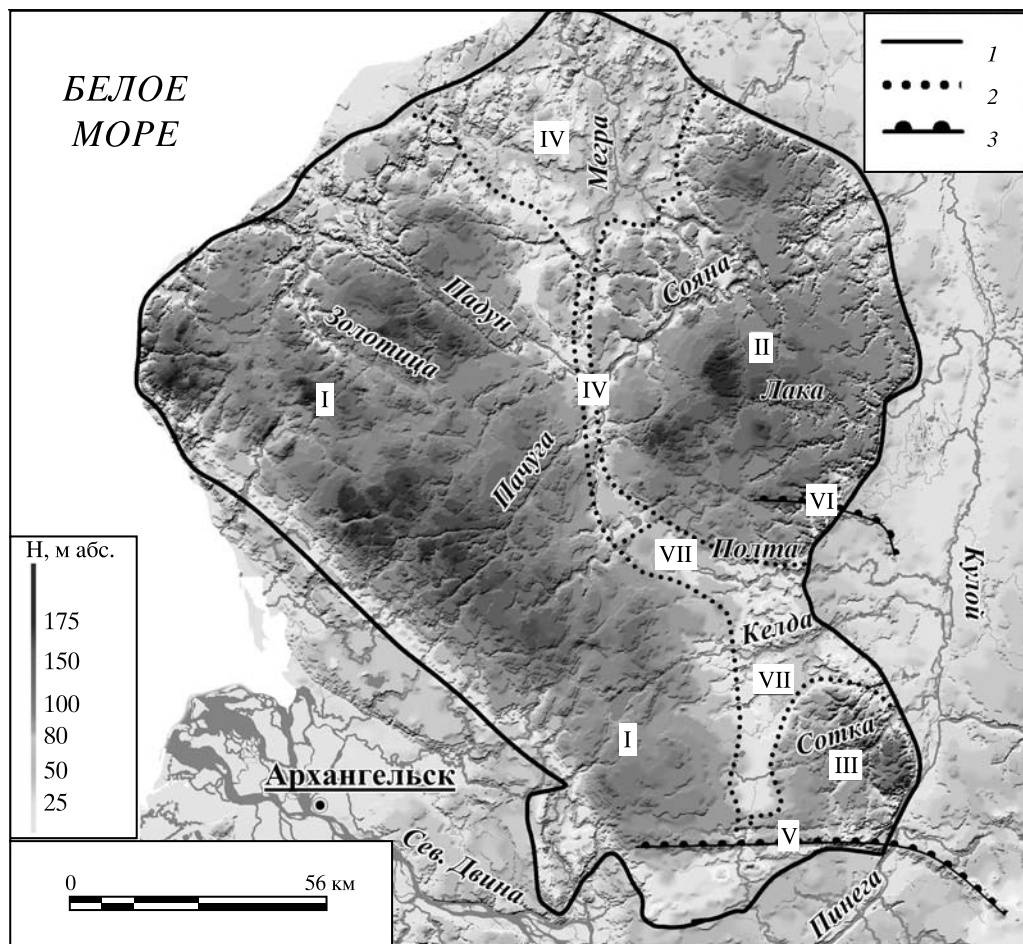


Рис. 1. Цифровая модель рельефа и геоморфологическое районирование Беломорско-Кулойского плато
 Границы: 1 – плато, 2 – выделенных структур; 3 – гряды. Возвышенности: I – Золотицкая, II – Соянская, III – Соткинская; IV – Мегорская равнина и Мегра-Кепинская депрессия; гряды: V – Богачева, VI – Юмала; VII – Полто-Келдинская равнина

плане имеет овальную форму, восточная граница резкая, проходит по структурно-денудационному уступу, высотой до 100 м. С севера и запада возвышенность ограничена Полто-Келдинской равниной, с востока – Мезенской низменностью, в южной части к возвышенности примыкает гряда Богачева. Интенсивное карстообразование происходит в сульфатных формациях сакмарского яруса нижней перми. Многочисленны и разнообразны формы поверхностного и подземного карста. Река Сотка отличается каньонообразной долиной глубиной до 70 м. На возвышенности расположен Пинежский государственный заповедник.

Полто-Келдинская холмистая равнина (60–80 м) расположена в среднем течении рр. Келда и Полта и занимает площадь около 1100 км². Участки интенсивного карстообразования в сульфатных и карбонатных формациях сакмарского яруса нижней перми тяготеют к долинам рр. Келда и Полта. В четвертичном покрове преобладают маломощные суглинистые отложения.

Мегорская равнина в северной части плато занимает площадь более 2100 км². Ее высоты – 40–60 м. Поверхность осложнена рядом изолированных возвышенностей высотой до 120 м. В долине р. Мегра и ее притоков развиты песчаные зандровые рав-

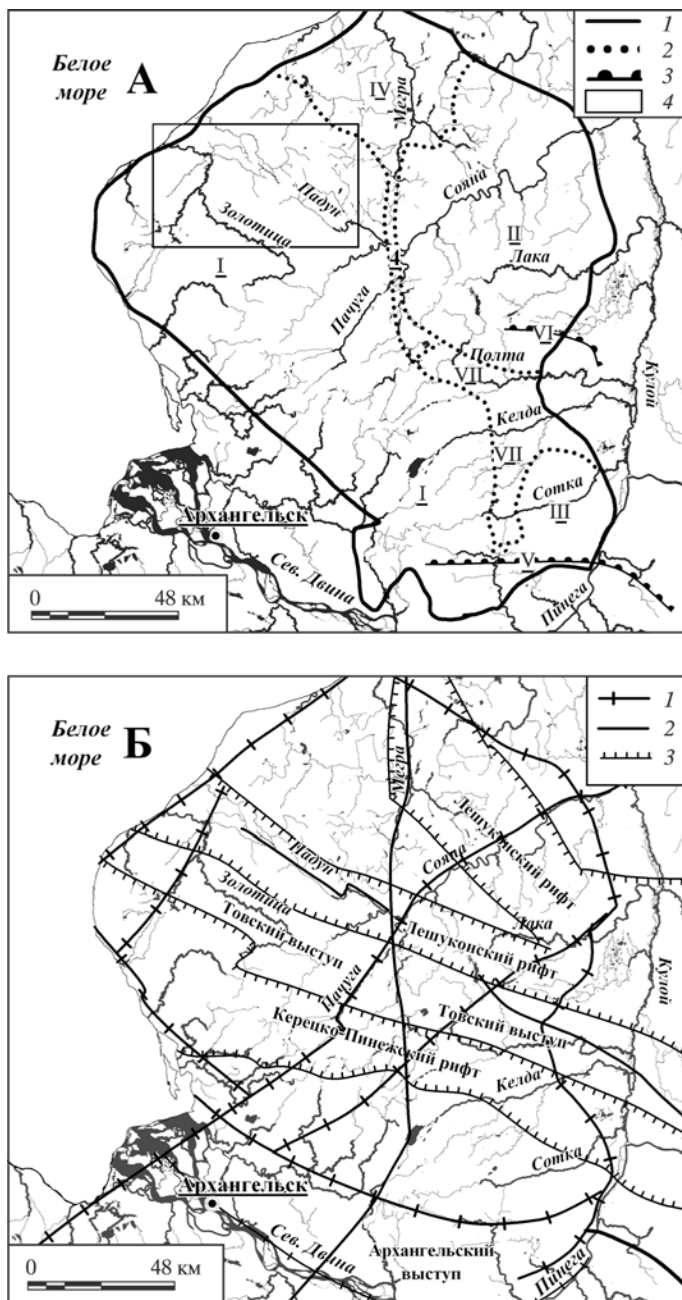


Рис. 2. Сопоставление материалов

А – геоморфологическое районирование Беломорско-Кулойского плато. 1–3 – см. рис. 1, 4 – участок, представленный на рис. 3.

Б – основные тектонические структуры. 1 – разломы, активизированные на неотектоническом этапе по [3, 4], 2 – разломы и разрывы по [3, 4], 3 – границы грабенов (рифтов) по [3].

В – неотектоническое районирование. 1 – граница плато, 2 – области относительных поднятий (а – контур Кулойского поднятия по [4], б – участок Труфаногорской зоны поднятий по [1])

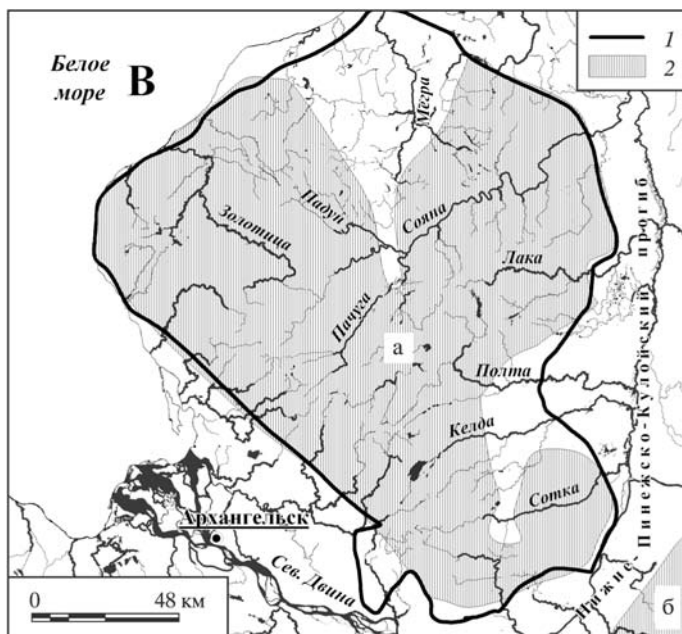


Рис. 2 (окончание)

нины. Подстилающие породы – известняки и доломиты карбона. Карстовые процессы и формы развиты в восточной части, примыкающей к Соянской возвышенности.

В центральной части плато в составе Мегорской равнины обособляется узкая суб-меридиональная зона *Мегра-Кепинской* депрессии длиной около 50 км, шириной от 3 до 10 км и высотами от 40 до 70 м. Мегра-Кепинская депрессия представляет собой палеодолину, а мощность четвертичных отложений здесь наибольшая на плато (до 250 м). Здесь расположены наиболее глубоководные озера региона (системы Кепинских и Мегорских озер), для которых характерны значительные глубины (до 30–60 м). Отличительная особенность озер – слабо развитая литоральная зона, где глубины более 10 м начинаются вблизи береговой зоны (провальный тип озерных котловин). Южные границы депрессии плохо выражены, и в районе оз. Илос она плавно переходит и сочленяется с Полто-Келдинской равниной. Мегорская и Полто-Келдинская равнины, а также Мегра-Кепинская депрессия образуют систему связанных между собой понижений, разделяющих Соянскую, Золотицкую и Соткинскую возвышенности.

Структурно-геоморфологические парагенезы

В первую очередь отметим, что границы плато четко выражены и проходят по структурно-денудационным уступам высотой от 30–60 м (западная часть плато), до 80 м (восточная часть), которые контролируются активизированными на неотектоническом этапе разломами (рис. 2).

Во-вторых, контуры возвышенностей, выделенных в составе плато, хорошо увязываются с областями новейших поднятий. Проблема дифференциации территории плато на ряд отдельных структур в рамках неотектонического районирования была обозначена в общих чертах в работе [1]. Границы областей новейших поднятий, которые соответствуют контурам Золотицкой, Соянской и Соткинской возвышенностям, были отражены на схеме новейших морфоструктур Беломорья в работе [4]. Одним из признаков таких поднятий также служит антецедентный характер каньонообразных долин (шириной от 600 до 1500 м) рр. Сотка (участок в пределах Пинежского заповедника, т. н. Горная Сотка), Сояна (на всем своем протяжении от слияния рр. Кепина и

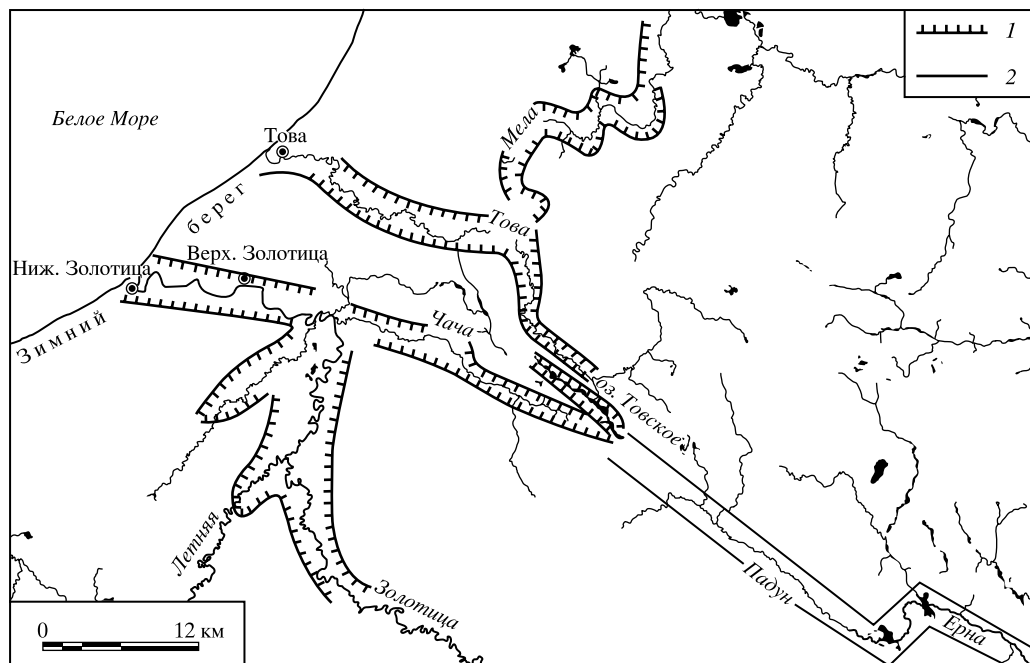


Рис. 3. Нижнезолотицкий комплекс эрозионно-тектонических палеодолин
1 – границы долин, 2 – контуры Падунского линеймента

Котуга до структурно-денудационного уступа плато) и Лака (участок от устья р. Ковальга до структурно-денудационного уступа). Для долин характерны низкие значения базиса эрозии, что говорит о том, что они наиболее выработанные и унаследованы от более древних эрозионно-тектонических структур. Подобная картина характерна и для Нижнезолотицкого комплекса эрозионно-тектонических палеодолин, который представляет собой сложную разветвленную депрессионную структуру (рис. 3), в бассейнах нижнего течения р. Золотица с притоком Чача, а также рр. Това и Мела. На данном участке водотоки используют дочетвертичные долины шириной 1–2,5 км, с глубиной вреза от 40 до 90 м. Юго-восточная часть комплекса, представленная долинами рр. Чача и Това (включая впадину глубоководного оз. Товского с максимальной глубиной 58 м) сочленяется с Падунским линейментом, который, вероятно, является непосредственным продолжением данной зоны, но, однако, хуже выражен в эрозионной сети.

В-третьих, особое положение занимает Мегра-Кепинская депрессия, которая наследует меридиональное простирание Мегра-Кепинской зоны разломов [10] и разделяет Золотицкую и Солянскую возвышенности. По данным [11] вышеуказанная зона соответствует Мегра-Пинежской зоне повышенной трещиноватости, связанной с одноименной флексурой.

В-четвертых, на территории плато уверенно выделяются два протяженных и четко выраженных линеймента, выделенные по геоморфологическим признакам на основе цифровой модели рельефа: Пачутский, северо-восточного направления, длиной более 50 км и Падунский, северо-западного направления, длиной более 80 км, которые расположены вдоль одноименных водотоков. Падунский линеймент впервые описал геоботаник А.М. Леонтьев в 1935 г: «Долина р. Ерны (Падун) здесь довольно глубокая (около 30 м), а падение склонов большое (до 35°). Долина образует прямую “трубу”, имеющую направление с севера-запада на юго-восток» [12]. Линейменты схожи между собой: это выположенные сквозные долины. Их прямолинейные участки

с резко коленчатыми переломами на 90° изменяют свое направление. Ширина долин от 500 до 1500 м, высота бортов до 30 м [13]. Отметим, что данные линейные элементы контролируются разломными структурами. Так, Падунский линейный элемент расположен вдоль древнего, а Пачугский – вдоль активизированного на неотектоническом этапе разлома. Отдельно подчеркнем, что подобная геоморфологическая характеристика структур соответствует диакловым швам, представляющим собой особый тип платформенных разрывных структур, без существенного нарушения сплошности пород [14, 15].

И, наконец, отметим согласованность простирания грядовых комплексов с ориентировкой разломных структур и высотной характеристики гряд с элементами неотектонического районирования. Так, гряда Богачева приурочена к разломным структурам Архангельского сводового поднятия фундамента. При детальном анализе высотной характеристики гряды, уверенно выделяются три части: западная, центральная и юго-восточная, которые соответствуют элементам неотектонической зональности Европейского Севера России. Так, западный возвышенный участок гряды (длина 50 км, средняя высота 100 м) соответствует Кулойскому поднятию, центральный низменный участок (длина 20 км, средняя высота 45–50 м) – Нижне-Пинежско-Кулойскому прогибу, а юго-восточный возвышенный (длина 14 км, средняя высота 80 м) – Труфаногорской зоне поднятий. Гряда Юмала расположена вдоль границы Лешуконского грабена и Товского выступа. Наблюдается существенное сходство в морфологии гряд. Для них характерна практически одинаковая дугообразная ориентировка, четкое подразделение на возвышенную и низменную части. Низменные участки гряд отделяются от возвышенных структурно-денудационным уступом Беломорско-Кулойского плато высотой до 80 м, где проходит граница между Кулойским поднятием и Нижне-Пинежско-Кулойским прогибом, которая представляет собой флексурно-разрывную зону [1]. Поэтому, такое особое тектоническое положение отражается в разделении гряд на возвышенную (соответствует поднятию) и низменную (соответствует прогибу) части (рис. 2А, В).

Таким образом, главные гипсометрические (геоморфологические) границы плато и его отдельных структурных единиц тектонически predeterminedены, а территорию плато, в целом, можно охарактеризовать, как один из ключевых участков Русской равнины, где особенно выразительно проявляются на дневной поверхности геоморфологические признаки глубинных структур.

Заключение

Геоморфологическое районирование территории Беломорско-Кулойского плато, проведенное на основе цифровой модели рельефа позволило установить, что территория плато представляет собой сложный ансамбль, состоящий из семи геоморфологических единиц, которые предлагается учитывать при различных типах районирования данной территории, в том числе в ранге физико-географических районов. При комплексном анализе и сопоставлении различных картографических материалов и цифровой модели рельефа детализированы геоморфологические и морфоструктурные особенности территории плато, что позволило выявить ряд “сквозных” парагенезов в системе фундамент-чехол, связанных с дифференцированными вертикальными и горизонтальными перемещениями кристаллических пород фундамента и осадочного чехла. Имеющиеся материалы позволяют полагать, что границы геоморфологических единиц контролируются тектоническим планом территории, что отражает связь между глубинными и поверхностными структурами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.

2. Поморская энциклопедия. Т. II. Природа Архангельского Севера. Архангельск: ПГУ им. М.В. Ломоносова, 2007. 603 с.
3. Тектоническая карта Белого моря и прилегающих территорий. М-б 1:1500000 / М.Г. Леонов, Г.С. Казанин. М.: ИПП "Куна", 2010.
4. Зыков Д.С., Колодяжный С.Ю., Балуев А.С. Признаки горизонтальной неотектонической подвижности фундамента в районе Беломорья // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2008. Т. 83. Вып. 2. С. 15–25.
5. Геологическая карта четвертичных образований. Q-38 (Мезень). М-б 1:1000000. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012.
6. Геологическая карта дочетвертичных образований. Q-38 (Мезень). М-б 1:1000000. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012.
7. Малков В.Н., Гуркало Е.И., Монахова Л.Б., Шаврина Е.В., Гуркало В.А., Франц Н.А. Карст и пещеры Пинежья. М.: Ассоциация "ЭкоСт", 2001. 208 с.
8. Шаврина Е.В., Малков В.Н., Гуркало Е.И. Особенности развития и распространения карста Архангельской области // Геоморфология. 2007. № 2. С. 90–101.
9. Козьмин А.К., Шатова В.В. Рыбохозяйственная характеристика озер Архангельской области. Архангельск: АГМА, 1997. 80 с.
10. Шварцман Ю.Г. Тепловой режим и новейшая геодинамика литосферы пограничных районов мезенской синеклизы // Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. / Мат-лы конф. "Пятые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича" 6–10 июля 2009 г. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2009. С. 560–565.
11. Губайдуллин М.Г. Основные сведения о геологическом строении восточной части Белого моря // Система Белого моря. Т. I. Природная среда водосбора Белого моря. М.: Науч. мир, 2010. С. 4–58.
12. Леонтьев А.М. Геоботанические районы Беломорско-Кулойской части Северного края // Тр. Бот. Ин. АН СССР. 1935. Сер. 3. Геоботаника. Вып. 2. С. 81–222.
13. Бурлаков П.С. Структурно-геоморфологические парагенезы на территории Юго-Восточного Беломорья // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии северо-запада России / Тр. XXIV молодежной науч. конф., посвященной памяти чл.-корр. АН СССР К.О. Кратца. Апатиты: Изд-во КМ, 2013. С. 40–43.
14. Воейкова О.А., Макаров В.И., Несмеянов С.А. Изучение приповерхностных новейших разрывных нарушений платформ при инженерных изысканиях // Геоэкология. 2007. № 3. С. 267–280.
15. Несмеянов С.А. Перспективные направления инженерной геотектоники. М.: Науч. мир, 2005. 304 с.

Поступила в редакцию 11.03.2015

GEOMORPHOLOGICAL ZONING OF BELOMOR-KULOY PLATEAU BASED ON DIGITAL ELEVATION MODEL

P.S. BURLAKOV

Summary

Based on digital elevation model the geomorphological zoning of the Belomor-Kuloy (White-Sea-Kuloy) plateau (northern part of the East European plain) was carried out. The territory of the plateau was divided into 7 geomorphological units. The paper presents new data on the geomorphological and morphostructural features of the territory. Maps compiled are the most detailed at present that distinguishes this work from previous ones. Comprehensive analysis of the various cartographic materials and DEM identified a number of cross-cutting parageneses in the system of crystalline basement, sedimentary cover and modern relief. It is shown that the boundaries of geomorphological units are controlled by faults in the basement. Thus, the tectonics of the region has a significant influence on the topography of the plateau.

doi:10.15356/0435-4281-2016-1-37-44