

tional factors and conditions for regional development] / Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii Part I. – Irkutsk: ISEM SO RAN, 2011. – Pp. 203–209. (in Russian).

3. *Khrushheva A.T.* Ekonomicheskaya i sotsial'naya geografiya Rossii [Economic and social geography of Russia]. – M., 2009. – 607 p. (in Russian).

4. *Cherkashin A.K., Myadzelets A.V.* Sravnitel'nyj analiz izmeneniya investitsij v ehkonomie regionov [Comparative analysis of changes in investment in the economy of the regions] // Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii. Part. II. – Irkutsk: ISEM SO RAN, 2015. – Pp. 209–215. (in Russian).

5. *Myadzelets A.V.* Analysis of Socio-economic Well-being Factors of Russian Northern Regions // Arctic Dialog in the Global World. – Ulan-Ude: Buryat State University Publishing Department, 2015. – Pp. 160–164.

---

УДК 551.4.08

**А.И. Жиров<sup>1</sup>, С.Ф. Болтрамович<sup>2</sup>, М.Н. Калыгин<sup>3</sup>**

#### ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ НА СИСТЕМНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ В РАЙОНЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ В СЕВЕРНЫХ РОССИЙСКИХ РЕГИОНАХ

**Резюме.** Приведена методика инженерно-геоморфологической оценки территории с использованием системно-морфологического подхода в рамках проектных изысканий в связи с обустройством нефтяных и газовых месторождений. Показаны преимущества предварительного выделения линейных и площадных элементов рельефа для последующего инженерно-геоморфологического картографирования. Выявлена связь отдельных геотопологических параметров с оценкой аварийности трубопроводов на примере отдельных таежных и тундровых территорий на Российском Севере.

**Ключевые слова:** Инженерная геоморфология, системно-морфологический подход, нефтегазовая промышленность.

**Введение.** Инженерные изыскания для строительства должны содержать оценку опасности природных процессов, риска от природных и техноприродных процессов. Оценка и картирование геоморфологического риска являются частью инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий на разных стадиях строительства и эксплуатации объектов. Целью исследования являлась оценка и картирование геоморфологического риска для ряда районов Российского Севера, предназначенных для строительства объектов нефтегазодобывающей промышленности, а также определение оптимальных условий и ограничений использования системно-морфологического подхода при инженерно-геоморфологических исследованиях. Особый интерес вызвала возможность оценки эффективности совмещения достоинств системно-морфологического подхода и преимуществ использования ГИС для более точного количественного прогноза вероятности активизации опасных геологических процессов, что и составляет сущность оценки геоморфологического риска.

**Материал и методы исследований.** Объектом исследования являлись территории в пределах Российского Севера, предназначенные для строительства и эксплуатации объектов

---

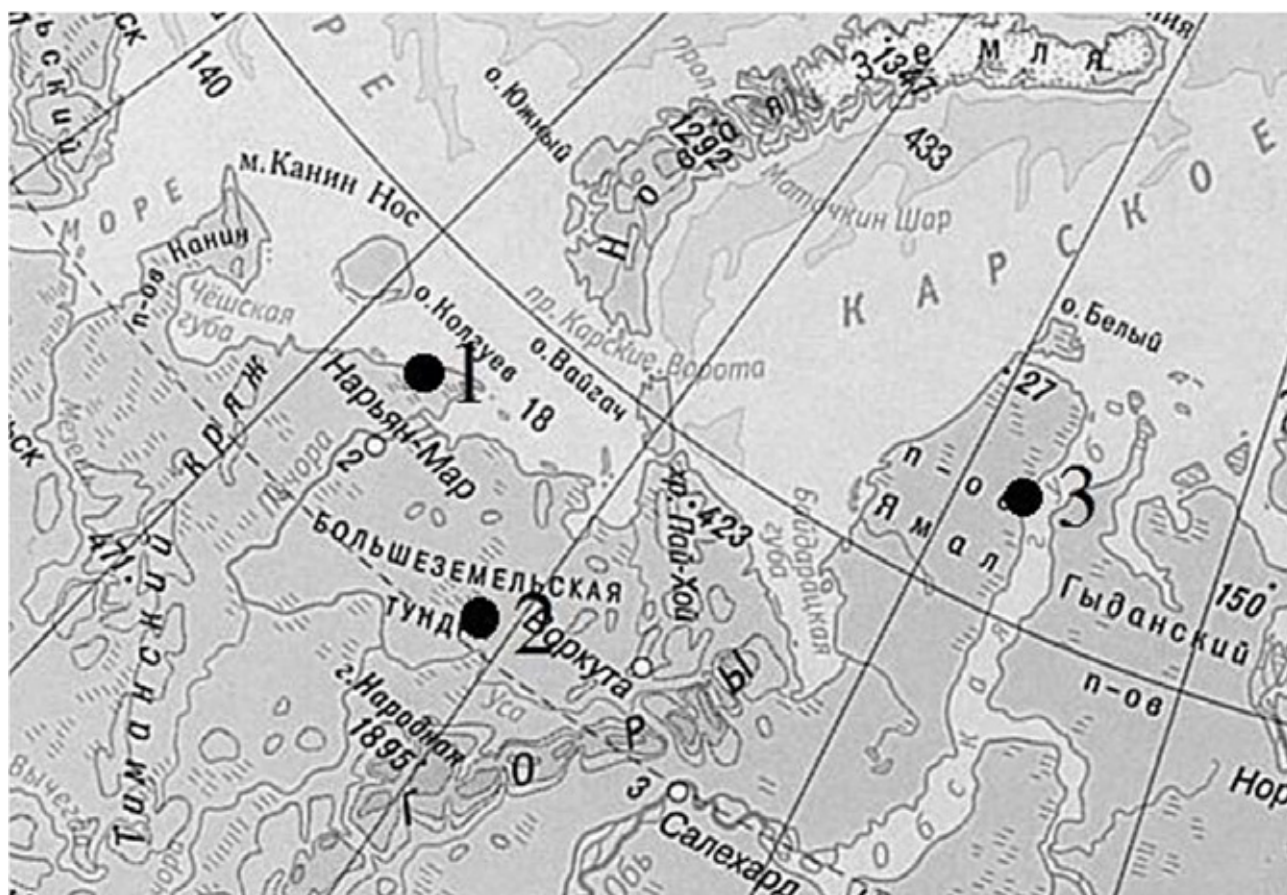
<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра геоморфологии, Санкт-Петербург, 199178, Россия, профессор, д.п.н., к.г.н.; e-mail: zhirov84@mail.ru.

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра геоморфологии, Санкт-Петербург, 199178, Россия, доцент, к.г.н.; e-mail: boltramovich@mail.ru.

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра геоморфологии, Санкт-Петербург, 199178, Россия, соискатель; e-mail: kalyginmisha@yandex.ru.

нефте- и газодобывающей промышленности, расположенные в пределах северотаежных ландшафтов бассейна р. Усы (Южно-Баганское м/р, Республика Коми), типичных тундровых ландшафтов побережья Печорского моря (пос. Варандей, Ненецкий н. о.), ландшафтов арктической тундры побережья Обской губы (Тамбейское м/р, пос. Сабетта, Ямало-Ненецкий н. о.) (рис. 1). Используемые материалы были представлены исходными данными о рельефе местности (крупномасштабные топографические карты, данные геодезического профилирования вдоль трасс трубопроводов, детальные топографические планы отдельных участков, предназначенных под строительство и обустройство буровых, морских терминалов и пр.), космическими снимками высокого разрешения (25-30 м), данными о поверхностных отложениях, полученных в результате инженерно-геологического бурения до глубины 10 м, каротажных съемок, фоновыми материалами изыскательских партий, изучающих опасные геологические процессы, полевыми материалами авторов статьи.

Методика исследований базировалась на методах интегральной многофакторной инженерно-геоморфологической и инженерно-экологической оценки условий строительства объектов нефте- и газодобывающей промышленности, предложенной Ю.Г. Симоновым ([Симонов, 2008; Симонов, Кружалин, 1995]) в сочетании с использованием системно-морфологического подхода А.Н. Ласточкина [Ласточкин, 2011 и др.]. Геоморфологи СПбГУ традиционно применяют системно-морфологический подход в ходе прикладных геоморфологических исследований разной направленности [Прикладная геоморфология..., 2008].



**Рис. 1.** Расположение участков исследований: 1. Побережье юго-восточной части Баренцева моря (пос. Варандей); 2. Республика Коми (Южно-Баганское нефтяное месторождение); 3. Северо-восточная часть полуострова Ямал (пос. Сабетта)

Методика исследований базировалась на методах интегральной многофакторной инженерно-геоморфологической и инженерно-экологической оценки условий строительства объектов нефте- и газодобывающей промышленности, предложенной Ю.Г. Симоновым ([Симонов, 2008; Симонов, Кружалин, 1995]) в сочетании с использованием системно-

морфологического подхода А.Н. Ласточкина [Ласточкин, 2011 и др.]. Геоморфологи СПбГУ традиционно применяют системно-морфологический подход в ходе прикладных геоморфологических исследований разной направленности [Прикладная геоморфология..., 2008].

Системно-морфологический подход, разработанный А.Н. Ласточкиным, предполагает последовательное изучение сначала морфологии рельефа, а уже затем – его динамики (рельефообразующих и опасных геологических процессов). Геоморфологический риск – вероятность наступления (активизации) нежелательного геоморфологического явления (события) и нанесения ущерба хозяйственному объекту и населению, связанная с геоморфологическими условиями и определяемыми и контролируруемыми ими процессами. Определение геоморфологического риска давали Ю.П. Селиверстов [Селиверстов, 1993], Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев [Лихачева, Тимофеев, 2004] и мн. др. Под нежелательными геоморфологическими явлениями или событиями понимается проявление и активизация опасных геологических процессов. Полная классификация и типизация опасных геологических процессов приводится в «Методических рекомендациях по составлению и ведению реестра наблюдательной сети мониторинга экзогенных геологических процессов» [Методические рекомендации по..., 2000].

Как геоморфологические условия выступают: 1) рельеф как структура земной поверхности, 2) фоновые экзо- (климатические и физико-географические) и 3) эндогенные (тектонические и литологические) условия, определяющие возможность протекания и интенсивность опасных геоморфологических процессов. Морфологические особенности элементарных поверхностей (их форма и положение) определяют вероятность наступления (активизации) нежелательного геоморфологического явления – процесса. Данный подход позволяет определить данную потенциальную вероятность для всех выделенных элементарных поверхностей даже в труднодоступных и сложных по геоморфологическому строению районах.

В процессе изысканий, конечной целью которых являлось создание карты геоморфологического риска, был использован следующий алгоритм и методика инженерно-геоморфологических исследований.

1) определение и фиксация на карте структурных линий – создание системно-морфологической (геотопологической) основы с выделенными линейными, точечными и площадными элементами рельефа для последующего инженерно-геоморфологического картографирования;

2) инженерно-геоморфологическое картографирование на системно-морфологической (геотопологической) основе с использованием космоснимков высокого разрешения и другой дополнительной информации;

3) выявление корреляций между геотопологическими параметрами площадных элементов рельефа (абс. и отн. высота, крутизна, вертикальная и горизонтальная кривизна, азимут падения, циркуляционная экспозиция (угол встречи с господствующими ветрами)) и показателями степени развития опасных геологических процессов при помощи ГИС на основе программного обеспечения MapInfo;

4) создание карты геоморфологического риска на системно-морфологической основе;

5) оценка вероятности возникновения аварийной ситуации на трубопроводах.

**Результаты исследований и их обсуждение.** 1) Системно-морфологическое основание (или аналитическая геоморфологическая карта) при отсутствии отдельных вершин или изометричных котловин представляет собой в самом упрощенном виде карту структурных линий (рис. 2). Она создается на основании имеющихся исходных материалов о рельефе, обычно, топографических карт района исследования масштаба 1:25 000. Достаточно расчлененный рельеф местности позволяет уверенно трассировать структурные линии на карте. Первыми выделяются килевые и гребневые структурные линии (линии минимальных и максимальных высот). Гребневые линии в исследуемых районах проводятся редко, в виду выполюженности водораздельных поверхностей. Килевые же линии проводятся достаточно уверенно, вследствие наличия большого количества водотоков. Более точно трассирование килевых линий требует использование не только топографических карт, но и космоснимков

высокого разрешения, позволяющих на 20–25% повысить детальность их выделения и точность нанесения на карту.

Вторыми наносятся склоновые линии – выпуклых и вогнутых перегибов. С их выделением в условиях расчлененного рельефа Южно-Баганского участка сложностей не возникает. В случае же слаборасчлененного рельефа Тамбейского участка на Ямале для их выделения необходимо использовать данные детального геодезического профилирования, ибо крайне небольшая высота уступов (до 6–7 м) и их выположенность (длина склонов до 100–150 м), не позволяют их фиксировать по топографическим картам с сечением горизонталей 10 м.



*Рис. 2.* Фрагмент карты структурных линий Южно-Баганского участка исследования (Республика Коми)

Морфоизографы (линии нулевых значений горизонтальной кривизны), обычно не проводимые при исследовании морфотектонического строения территории, при инженерно-геоморфологических изысканиях просто необходимы. Особенно в условиях слабого вертикального расчленения рельефа, как, например, на Тамбейском участке на Ямале, инженерно-геоморфологическое исследование невозможно без их проведения.

Лишь в районах исследования с короткими по ширине отрезками прямолинейных в плане склонов с частым расчленением их овражно-балочной сетью морфоизографами можно пренебречь. Подробная методика выявления и фиксации структурных линий изложена в принятой Министерством природных ресурсов для картирования шельфа методике [Методика геоморфологического картографирования ..., 2001].

2) Вторая операция – анализ и картирование современных экзогенных процессов, в первую очередь, опасных. Выявление проявления опасных геологических процессов проводилось на основе использования всей полноты имеющейся информации, как данных полевых исследований, так и космической съемки.

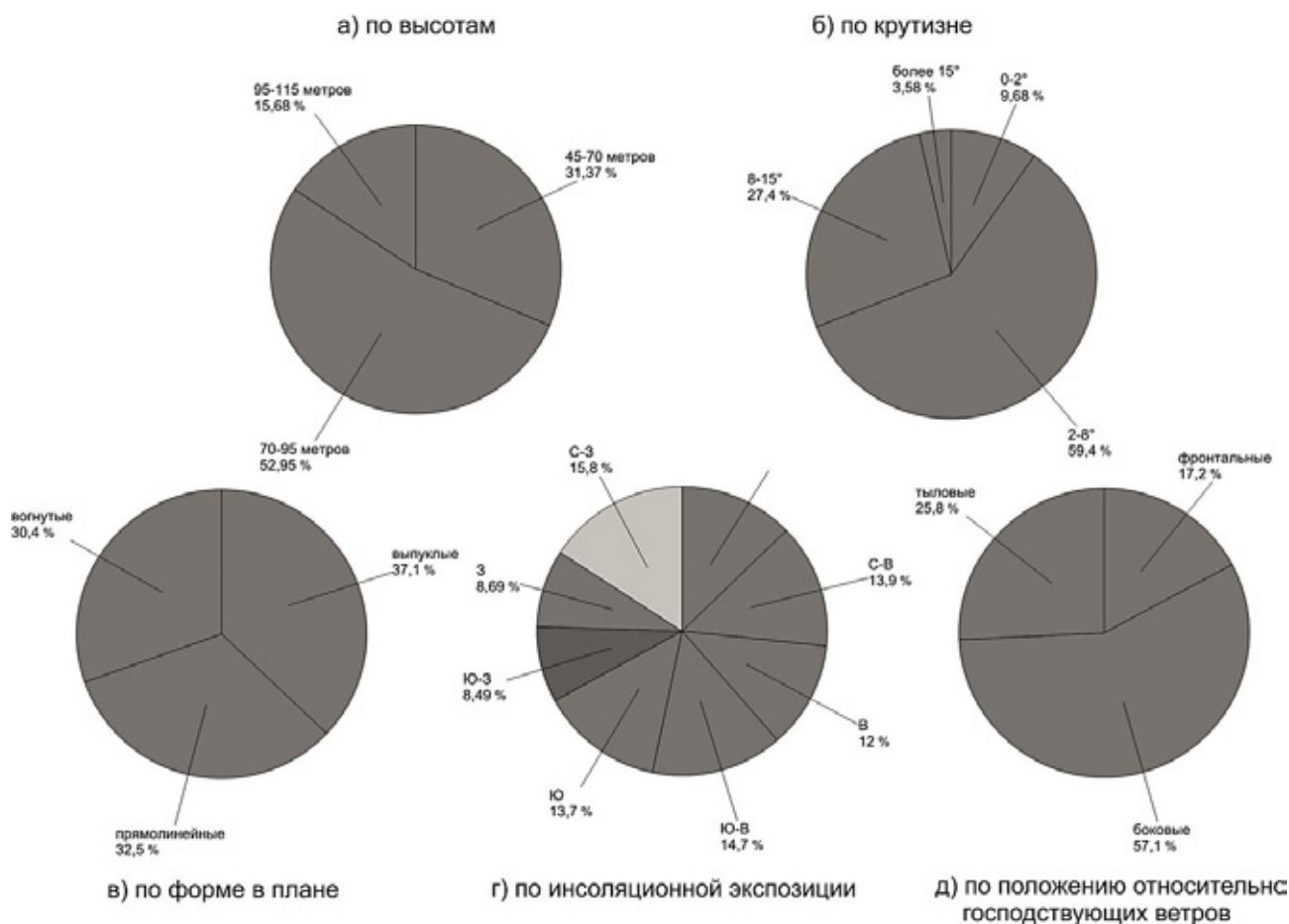
Например, исследование Южно-Баганского участка позволило выявить следующие опасные геологические процессы в пределах следующих типов рельефа: а) в относительно глубоких эрозионно-аккумулятивных долинах малых рек с фрагментами террас наблюдались речная эрозия и аккумуляция, делювиальные и оползневые процессы, оврагообразование; к уступу второй надпойменной террасы были приурочены делювиальные процессы и оврагообразование; на пойме и первой надпойменной террасе малых рек развивались заболачивание и аккумуляция пойменного аллювия в периоды паводков; само русло малых рек характеризовалось процессами глубинной и боковой эрозии, особенно в периоды паводков. Согласно методическим указаниям по производству инженерно-геологических изысканий [СП 11-105-97, 2000], требуется оценить пораженность, интенсивность и активность опасных геологических процессов. Под пораженностью понимается количество форм проявления экзогенных процессов на единицу длины или площади, их размеры; под интенсивностью – продолжительность цикла, скорость процесса; под активностью – отношение количества вновь образующихся форм в определенный отрезок времени на единицу длины или площади к их общему количеству [Справочник полевого инженера-геолога, 1981]. В рамках нашего исследования проводилась оценка, в первую очередь, пораженности и, отчасти, интенсивности процессов. Более точная оценка интенсивности всех процессов и их активности подразумевает проведение мониторинговых наблюдений и измерений с не менее чем годичным интервалом, что для краткосрочных предпроектных и проектных изыскательских работ для строительства малореально.

3) На базе созданной системно-морфологической основы, где каждому площадному элементу присваивался порядковый номер, с использованием инструментов MapInfo создавалась геоинформационная система (ГИС), куда заносились данные о геотопологических параметрах каждой элементарной поверхности (абсолютная (для всех поверхностей) и относительная (только для склоновых) высота, крутизна, вертикальная и горизонтальная кривизна, азимут падения (гравитационная и инсоляционная экспозиции), циркуляционная экспозиция (угол встречи с господствующими ветрами), а также данные о степени развития в их пределах опасных геологических процессов и поверхностных отложениях. Распределение площадных элементов участка исследования по геотопологическим параметрам представлено на рис. 3.

4) На основе проведенного корреляционного анализа проводилась оценка геоморфологического риска, первой операцией которой было – выделение потенциально неустойчивых по своему состоянию геоморфологических элементов. При этом единицам картирования соответствовали выделенные ранее площадные элементы рельефа или элементарные поверхности, относительно однородные в отношении своих геолого-географических и экологических свойств.

Степень геоморфологического риска рассчитывалась с учетом выявленных корреляций, согласно следующим критериям: геоморфологический риск возрастает в соответствии со следующими изменениями геотопологических параметров: а) при увеличении относительной высоты склоновых поверхностей, б) при нарастании углов наклона элементарных поверхностей, в) при высоких положительных значениях вертикальной кривизны склонов (выпуклых), г) с увеличением же отрицательной вертикальной кривизны склонов, стремящейся к профилю равновесия, риск уменьшается, д) при высоких отрицательных значениях горизонтальной кривизны (вогнутых в плане склонов), е) с увеличением же положительной горизонтальной кривизны склонов риск уменьшается, ж) при северных инсоляционных экспозициях склонов, з) при фронтальном положении склоновых поверхностей относительно господствующих ветров.

Учитывались и инженерно-геологические свойства почвогрунтов. По инженерно-геологическим свойствам грунты подразделялись на благоприятные, средние и неблагоприятные в зависимости от их обводненности, плотности и пористости. К специфическим грунтам в трех районах исследований относятся: органические грунты – торф, крайне неблагоприятный в инженерно-геологическом отношении. Торф на Южно-Баганском участке изысканий имеет достаточно широкое распространение, в пределах верхового болотного массива торф имеет мощность до 2,0 м и более, от светло- до черного, от слабо- до сильноразложившегося, насыщенного водой, а в пониженных участках поймы и надпойменных террас – мощностью до 0,2–0,4 м, от светло- до темно-коричневого, среднеразложившийся, влажный.



**Рис. 3.** Распределение площадных элементов участка исследования по геотопологическим параметрам

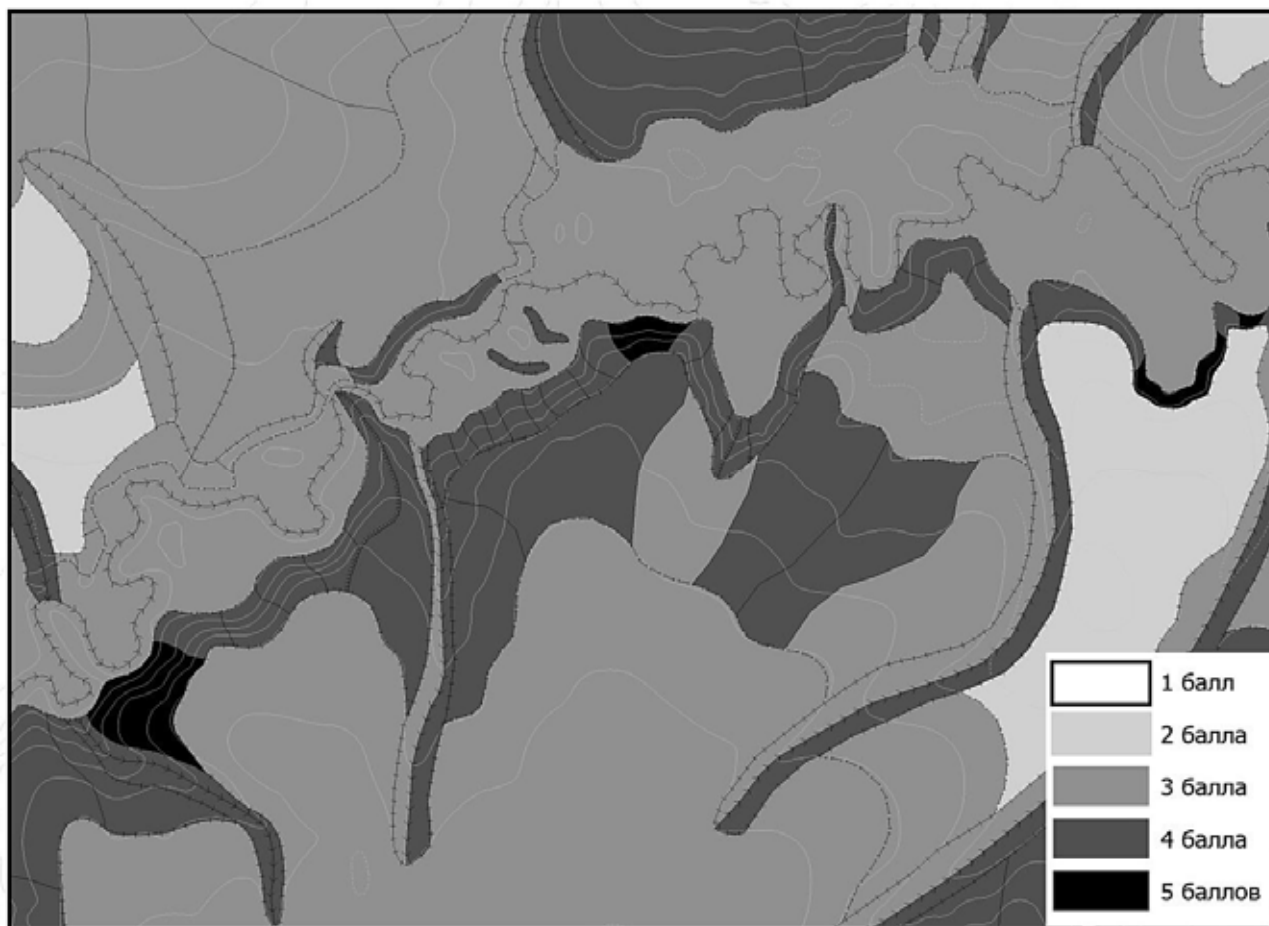
По степени морозной пучинистости, особенно важной для более северных Варандейского и Тамбейского участков, пески в водонасыщенном состоянии, а также глинистые грунты относятся к сильнопучинистым; влажные пески, пылеватые и мелкие к среднепучинистым; средней крупности и крупные, к слабо- и практически непучинистым грунтам [ГОСТ 25100-95, 2008].

Неблагоприятные грунты, например, торфа с мощностью более 0,5 м становятся лимитирующим фактором для строительства. Пучинистость грунтов не лимитирует, но затрудняет строительство, требуя своего обязательного учета при оценке и картировании геоморфологического риска.

5) В результате проведенного комплекса работ дается оценка геоморфологического риска путем добавления этой информации к геоморфологической нагрузке ранее выделенных поверхностей. Максимально большая бонитировочная оценка отражает максимально большую вероятность активизации процессов, хотя и без четкого указания временного интервала начала данной активизации. Карта геоморфологического риска (рис. 4) есть прямое воплощение пространственного прогноза без указания четких временных параметров. Самыми опасными участками оказались русла водотоков с поймами и надпойменными террасам. Геоморфологический риск для данного участка на карте оценивался целыми баллами от 1 до 5, но точная количественная оценка, учитывающая выявленные корреляции, предполагает определение значений с точностью до сотых балла, что, в частности, было сделано для района олимпийского объекта «Роза Хутор» в хр. Аибга (Западный Кавказ).

6) Путем сопоставления фактических данных об аварийности трубопроводов в пределах различных элементов рельефа и разных ландшафтов с базой данных ГИС и построенной картой геоморфологического риска возможна приблизительная оценка потенциальной удельной аварийности трубопроводов в пределах выделенных площадных элементов рельефа

фа с учетом не только ранее обозначенных параметров, но и дополнительной ландшафтной информации, которая также заносится в ГИС.



*Рис. 4.* Фрагмент карты геоморфологического риска Южно-Баганского участка исследования (Республика Коми)

**Выводы.** Наилучшие результаты приносит комплексное использование разных подходов. Системно-морфологический подход подразумевает создание системно-морфологической основы с выделением линейных, точечных и площадных элементов рельефа, где площадные элементы являются операционными единицами всех последующих карт, а также ячейками ГИС. Из них выбираются характерные и репрезентативные элементарные поверхности, в пределах которых проводятся полевые инженерно-геоморфологические изыскания. Итогом изысканий становится определение интенсивности протекания разных геоморфологических процессов в пределах выбранных поверхностей. Посредством интерполяции и экстраполяции измеренные показатели протекания процессов распространяются на всю площадь в соответствии с параметрами всех выделенных элементарных поверхностей.

При многофакторности оценки территории, т.е. учете геоморфологических, литологических, инженерно-геологических, гидрологических, геоботанических условий каждого геотопа (местоположения, площадного элемента рельефа) применение системно-морфологического подхода позволяет сопоставлять карты геокомпонентов и полей показателей (например, геоморфологической, четвертичных отложений, растительного покрова, уровня залегания грунтовых вод, мощности сезонноталого слоя и др.), осуществлять суммирование и комплексирование частных оценок.

Эффективность применения данной методики зависит от целого ряда факторов, к важнейшим из которых относятся: вертикальная и горизонтальная расчлененность рельефа территории, ландшафтное разнообразие и детальность исходных данных о рельефе. Большие

значения расчлененности, разнообразия и детальности повышают показатели эффективности использования методики.

Наилучшие результаты дает применение системно-морфологической основы в более южных таежных районах с достаточной расчлененностью рельефа и разнообразием природных условий. Наряду с использованием таких традиционных геоморфологических показателей, как высота, уклон (крутизна) и вертикальная кривизна склонов, не следует пренебрегать и горизонтальной кривизной – исследования показали, что в пределах Баганского участка площадью 32,72 км<sup>2</sup>, доля вогнутых в плане склонов составляет 5% (1,51 км<sup>2</sup>), а их горизонтальная кривизна достигает порой 2,44, что приводит к увеличению линейной плотности нисходящих потоков по и под земной поверхностью в 3,46 раз. Это приводит к увеличению риска активизации опасных склоновых процессов, что должно учитываться при его оценке и прогнозе.

В более северных, тундровых, районах применение системно-морфологической основы затруднено в связи со слабой расчлененностью и однообразием природных условий, особенно в прибрежной зоне, а также недостаточной детальностью исходных данных о рельефе, что затрудняет выделение линейных и площадных элементов рельефа. Но и при низких значениях расчлененности и разнообразия данная методика применима: необходимо лишь повысить детальность исходных гипсометрических данных (например, за счет детальной профильной нивелировки) и привлечь дополнительные данные (например, космические снимки высокой степени разрешения).

Затруднения в выделении элементарных поверхностей имеют не только объективный характер, но и чисто субъективный: при наличии данных геодезических съемок вдоль трассы, с точностью определения высот до 1 см и детально закартированных в масштабе 1:500 участков с сечением горизонталей 0,5 м выявление элементарных поверхностей вполне реально.

При незначительном вертикальном расчленении рельефа, например, в пределах тундровых прибрежных участков полуострова Ямал, более показательной становится не вертикальная, а горизонтальная кривизна земной поверхности, что обуславливает необходимость обязательного проведения морфоизограф. При перепадах высот в пределах 10 метров, относительной высоте склонов максимум в 3–5 метров, их форма в плане играет особую роль, определяя значительное повышение вероятности развития термоэрозии. Плотность потока на вогнутых в плане поверхностях максимально возрастает почти в пять раз.

Даже простое выделение структурных линий дает преимущество в оценке риска проявления опасных геологических процессов и возможной аварийности: в пределах тундрового Тамбейского участка площадью 44,18 км<sup>2</sup>, протяженность выпуклых перегибов рельефа составляет 146,52 км, а удельная аварийность на них достигает 2,1 (количество прорывов на км трубопровода в год) [Арманд, 1993]. В пределах Южно-Баганского участка с меньшей площадью (32,72 км<sup>2</sup>), протяженность подобных линий достигает уже 209,62 км.

Результаты исследований докладывались на VII Щукинских чтениях в МГУ [Жиров, Калыгин, 2015] и региональной конференции Международной ассоциации геоморфологов «Gradualism vs Catastrophism in Landscape Evolution» [Boltramovich, Zhiron, 2015] в прошлом году.

***Благодарности.** Авторы благодарят профессора В.В. Дмитриева, научных сотрудников А.Н. Огурцова, Васильева за совместную работу и предоставленные дополнительные материалы.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд А.Д. Рукотворные катастрофы // Известия РАН Сер. Геогр. 1993. № 5. С. 32–39.
2. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация. М.: ОАО «ЦПП», 2008. 29 с.
3. Жиров А.И., Калыгин М.Н. Результаты использования системно-морфологической основы при инженерно-геоморфологических исследованиях для целей строительства и обустройства объектов нефте- и газодобывающей промышленности на Российском Севере // Материалы конференции «Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике». М.: МАКС Пресс, 2015. С. 281–284.



4. Зинченко А.Г., Ласточкин А.Н. Методика геоморфологического картографирования шельфа и континентального склона Российской Федерации. М.: «Геоинформмарк», 2001. 38 с.
5. Ласточкин А.Н. Общая теория геосистем. СПб.: Ренова, 2011. 970 с.
6. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология. М.: Медиа Пресс, 2004. 240 с.
7. Методические рекомендации по составлению и ведению реестра наблюдательной сети мониторинга экзогенных геологических процессов / под ред. М.В. Кочеткова, М., МПР России, 2000. 21 с.
8. Прикладная геоморфология на основе общей теории геосистем. СПб.: СПбГУ, 2008, 392 с.
9. Рельеф среды жизни человека (в 2-х томах) / под. ред. Д.А. Тимофеева, Э.А. Лихачевой. М.: Институт географии РАН, 2002, 640 с.
10. Селиверстов Ю.П. Геоэкология горных котловин. Л.: ЛГУ, 1993. 292 с.
11. Симонов Ю.Г. Избранные труды. М.: Ритм, 2008. 384 с.
12. Симонов Ю.Г., Кружалин В.И. Инженерная геоморфология. М.: МГУ, 1993. 208 с.
13. Справочник полевого инженера-геолога. М.: Недра, 1981. 325 с.
14. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. М.: Госстрой России, 2000. 45 с.
15. Boltramovich S.F., Zhiron A.I. System-morphological approach targeted for geomorphic risks assessment // Extended abstracts IAG Regional Conference «Gradualism vs Catastrophism in Landscape Evolution». Barnaul: ASU, 2015. Pp. 191–194.

**A.I. Zhiron<sup>1</sup>, S.F. Boltramovich<sup>2</sup>, M.N. Kalygin<sup>3</sup>**

**ENGINEERING STUDIES BASED ON SYSTEM-MORPHOLOGICAL APPROACH  
AND AIMED AT EVALUATION OF RISKS ASSOCIATED WITH OIL  
AND GAS FACILITIES IN NORTHERN REGIONS OF RUSSIA**

***Abstract.** The technique of an engineering and geomorphological assessment of the territory with use of system and morphological approach within design researches in connection with arrangement of oil and gas fields is given. Advantages of preliminary allocation of linear and vulgar elements of a relief to the subsequent engineering and geomorphological mapping are shown. Communication of separate geotopological parameters with an assessment of breakdown rate of pipelines on the example of certain taiga and tundra territories in the Russian North is revealed.*

***Key words.** Engineering geomorphology, system-morphological approach, oil and gas industry.*

REFERENCES

1. Armand A.D. Rukotvornye katastrofy [Man-made disaster] // Izvestiya RAN Ser. Geogr. 1993. № 5. Pp. 32–39. (in Russian).
2. GOST 25100-95 Grunty. Klassifikatsiya [Soils. Classification]. М.: ОАО «ТСПП», 2008. 29 p. (in Russian).
3. Zhiron A.I., Kalygin M.N. Rezultaty ispol'zovaniya sistemno-morfologicheskoy osnovy pri inzhenerno-geomorfologicheskikh issledovaniya dlya tselej stroitel'stva i obustrojstva ob'ektov

<sup>1</sup> Saint Petersburg State University, Institute of Earth sciences, department of geomorphology, St. Petersburg, 199178, Russia, Professor, Doctor of Education, Candidate of Geographical Sciences; e-mail: zhiron84@mail.ru.

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University, Institute of Earth sciences, department of geomorphology, St. Petersburg, 199178, Russia, Assistant professor, Candidate of Geographical Sciences; e-mail: boltramovich@mail.ru.

<sup>3</sup> Saint Petersburg State University, Institute of Earth sciences, department of geomorphology, St. Petersburg, 199178, Russia, Postgraduate student; e-mail: kalyginmisha@yandex.ru.

нефте- и газодобычывающей промышленности на Российском Севере [The results of using the system-morphological fundamentals for engineering and geomorphological research for the purposes of construction and arrangement of the oil and gas industry in the Russian North]// *Материалы конференции «Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике»*. М.: МАКС Пресс, 2015. Pp. 281–284. (in Russian).

4. *Zinchenko A.G., Lastochkin A.N.* *Методика геоморфологического картографирования шельфа и континентального склона Российской Федерации* [Methods geomorphological mapping of the continental shelf and continental slope of the Russian Federation]. М.: «Geoinformmark», 2001. 38 p. (in Russian).

5. *Lastochkin A.N.* *Общая теория геосистем* [The General theory of geosystems]. СПб.: Ренова, 2011. 970 p. (in Russian).

6. *Lihacheva E.A., Timofeev D.A.* *Экологическая геоморфология*. [Ecological geomorphology]. М.: Media Press, 2004. 240 p. (in Russian).

7. *Методические рекомендации по составлению и ведению реестра наблюдений сети мониторинга естественных геологических процессов* [Methodical recommendations on compiling and maintenance of the registry of the observation network of monitoring of exogenous geological processes] / edited by M.V. Kochetkova. М.: MPR of Russia, 2000. 21 p. (in Russian).

8. *Прикладная геоморфология на основе общей теории геосистем* [Applied geomorphology on the basis of the General theory of geosystems]. СПб.: St. Petersburg state University, 2008. 392 p. (in Russian).

9. *Рельеф среды жизни человека* [The topography of the environment of human life] (in 2 volumes). edited by D.A. Timofeev, E.A. Likhacheva. М.: Institute of geography, Russian Academy of Sciences, 2002. 640 p (in Russian).

10. *Seliverstov Yu.P.* *Геоэкология горных котловин* [geo-Ecology of mountain basins]. L.: LSU, 1993. 292 p. (in Russian).

11. *Simonov Y.G.* *Izbrannye trudy* [Selected works]. М.: Rhythm, 2008. 384 p. (in Russian).

12. *Simonov Yu.G., Kruzhalin V.I.* *Инженерная геоморфология* [Engineering geomorphology]. М.: MSU, 1993. 208 p. (in Russian).

13. *Справочник полевого инженера-геолога* [Reference field engineer-geologist]. М.: Недра, 1981. 325 p. (in Russian).

14. *СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства* [Engineering-geological surveys for construction]. М.: Gosstroy Of Russia, 2000. 45 p. (in Russian).

15. *Boltramovich S.F., Zhirov A.I.* *System-morphological approach targeted for geomorphic risks assessment // Extended abstracts IAG Regional Conference «Gradualism vs Catastrophism in Landscape Evolution»*. Barnaul: ASU, 2015. Pp. 191–194.

---

УДК 528.9: (470.621)

**М.Ю. Гетманский<sup>1</sup>**

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА ПЛОТНОСТИ  
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ТЕРРИТОРИИ В ГИС «ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ПРИРОДНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА РАВНИННОЙ АДЫГЕИ»**

*Резюме.* В работе предложена система оценок позволяющих ранжировать территориальные комплексы по плотности биологического разнообразия и выделить потенциальные рефугиумы биоты, что актуально в условиях высокой степени изменённости равнинной

---

<sup>1</sup> Адыгейский государственный университет, центр интеллектуальных геоинформационных технологий, Майкоп, 385000, Россия, инженер картограф; e-mail: gic-info@yandex.ru.