

© С. Б. КУЗЬМИН, С. И. ШАМАНОВА

РАЙОНИРОВАНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ОПАСНЫМ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ И ИХ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Первым геоморфологическое районирование Иркутской области осуществил А. Г. Золотарев в 1960-х гг. [8]. Им выделены: область Средне-Сибирского плоскогорья с районами: 1) траппового рельефа (подрайон островного пространства трапповых форм), 2) Приленской плоской возвышенности, 3) Присаянской депрессии, 4) Ангарской плоской возвышенности (линейно-грядового структурно-денудационного рельефа); Саяно-Байкальская горная область с районами: 1) горы Восточного Саяна, 2) горы Прибайкалья, 3) Байкало-Патомское нагорье. На схеме геоморфологического районирования СССР С. С. Воскресенского [5] Иркутская область входит в состав двух провинций: 1) плоскогорья и низменности Восточной Сибири, 2) горы Южной Сибири. Первая включает шесть областей, но Иркутская область занимает только одну — Средне-Сибирское плоскогорье. Вторая включает 20 областей, из которых в границах Иркутской области расположены: Восточный Саян, горы Прибайкалья, Северо-Байкальское нагорье, Патомское нагорье. Позднее А. Г. Золотарев [9] объединил две последние области в одну — Байкало-Патомское нагорье.

Первая схема физико-географического районирования, на которой наиболее полно отражено геоморфологическое строение Иркутской области, составлена В. М. Бояркиным в 1970-х гг. [4, 6]. На ней Иркутская область входит в состав трех стран — Средняя Сибирь, Алтае-Саянская, Байкальско-Становая. Средняя Сибирь поделена на семь провинций: Нижнетунгусскую, Чуно-Приангарскую, Ангаро-Илимскую, Лено-Ангарскую, Приленскую, Присаянскую, Усть-Ордынско-Куйтунскую. Алтае-Саянская страна поделена на три провинции: Окинско-Китойскую, Ийско-Бирюсинскую, Манско-Канскую. Байкальско-Становая страна поделена на шесть провинций: Байкальскую, Прибайкальскую, Хамар-Дабанскую, Северо-Байкальскую, Патомскую, Делюн-Уранскую.

Новый виток работ по геоморфологическому районированию Иркутской области пришелся на 2000-е гг. Он связан с законодательным оформлением статуса Байкальской Природной Территории [1, 7]. Эколого-геоморфологические проблемы нашли отражение на карте эколого-геоморфологического районирования из экологического атласа Иркутской области, составленной В. Б. Выркиным [3]. Однако вопросам детального анализа современных геоморфологических процессов, специфики их проявления в отдельных районах Иркутской области, опасности для природно-хозяйственных комплексов уделено недостаточно внимания. Поэтому нами проведено специальное районирование Иркутской области по опасным геоморфологическим процессам, выполнено их синергетическое моделирование, направленное на выявление взаимосвязей геоморфологических процессов внутри и между районами, а также самих районов между собой.

Опираясь на перечисленные картографические материалы, нами построена карта эколого-геоморфологического районирования Иркутской области по

специальной методике, подробно описанной в [12], на основе предварительно составленной классификации геоморфологических процессов (табл. 1). Оценка уровня опасности геоморфологических процессов для человека и хозяйственных объектов осуществлялась на основе специальной шкалы (табл. 2).

На карте районирования Иркутской области по опасным геоморфологическим процессам (рис. 1) выделено 10 эколого-геоморфологических районов: 1 — *Канско-Ленский* — Канско-Рыбинская и Иркутско-Черемховская равнины и равнины Предбайкальского прогиба, юго-восточная часть Приленского плато; 2 — *Ангаро-Тунгусский* — Ковинская гряда, Ангарский кряж, Ангаро-Чунское и Бирюсинское плато, северо-западная часть Лено-Ангарского плато, восточная часть Центрально-Тунгусского плато, Ербогаченская и Мурская равнины, северо-западная часть Приленского плато; 3 — *Лено-Ангарский* — юго-восточная часть Лено-Ангарского плато; 4 — *Приморский* — Приморский хребет, Онотская возвышенность, Приольхонское плато; 5 — *Предсаянский* — предгорья и отроги хребта Восточный Саян — Бирисюнский, Гутарский, Олхинское плоскогорье; 6 — *Байкало-Патомский* — Байкало-Патомское нагорье, предгорья хребта Кодар, хребет Кропоткина; 7 — *Восточно-Саянский* — Восточный Саян и его главные отроги — Джуглымский, Тагульский, Шэлэ, Шитский, Булгутуйский; 8 — *Хамар-Дабанский* — хребет Хамар-Дабан; 9 — *Северо-Байкальский* — Байкальский и Аkitканский хребты; 10 — *Муйско-Кодарский* — хребты Делюн-Уранский, Северо-Муйский, Кодар. Все районы разделены по классам экологической опасности.

К I классу экологической опасности (низкая) относятся Ангаро-Тунгусский и Канско-Ленский районы. Включают равнины с плоскими междуречьями и реликтами древних озерных террас, слабо расчлененные речными долинами; плоские озерно-аллювиальные равнины внутренних дельт предгорных прогибов; равнины с плоскими водоразделами, слабо расчлененные речными долинами; равнины южных окраинных частей Среднесибирского плоскогорья с грядово-ложбинным структурным рельефом; плоские предгорные равнины, расчлененные неглубокими речными долинами и ледниково-аккумулятивные равнины с волнистой поверхностью; низкие пластовые плато, расчлененные редкой сетью неглубоких речных долин, местами сохранившие древние галечники на водоразделах; низкие плато, образованные системой слившихся антиклинальных тектонических массивов, бронированных траппами; плоские синклинальные плато с невысоко поднимающимися трапповыми сопками, с редкой сетью неглубоких речных долин; низкие плато с плоскими водоразделами, перекрытые древними галечниками; низкие плато с плоскими водоразделами и невысоко поднимающимися трапповыми грядами. Гравитационный потенциал рельефа низкий. Амплитуды суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания составляют 0—500 м. Потенциальная сейсмичность достигает 4—5 баллов.

Ко II классу экологической опасности (умеренная) относятся Лено-Ангарский и Приморский районы. Это высокие плато и пластовые плоскогорья на антиклинальных структурах, расчлененные глубокими речными долинами; низкогорные хребты (приподнятая расчлененная древняя мел-палеогеновая поверхность выравнивания). Гравитационный потенциал рельефа средний. Амплитуды суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания — 500—1000 м. Потенциальная сейсмичность 5—6 баллов. Характерны редкие активные разломы с тектоническими подвижками за последние 100 тыс. лет.

Таблица 1
Классификация опасных геоморфологических процессов Иркутской области [10]

Класс процессов	Группа процессов	Ведущий процесс	Характер	Высотный пояс (м), ярус рельефа	Источник опасности	Возможные негативные последствия для человека
Сейсмогенный	Быстрые	Землетрясения	Площадной	460—3000, все ярусы	Тектонические движения, мантийная дифференциация вещества	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации, гибель людей
	Медленные	Тектонический крип	Фронтальный	400—2500, все ярусы	Тектонические движения по зонам разломов	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации
	Мерзлотная	Термокарст, пучение грунтов	Точечный	300—1800, пойменный, водораздельный	Термогидрогенные изменения в грунтах, наледообразование	Деформации оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв средств коммуникации
Гравитационно-склоновый	Гравитационная	Обвалы, осыпи, лавины	Фронтальный	700—2500, склоновый	Гравитационные процессы, трещинообразование, сейсмичность	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации, гибель людей
Склоновый гидрогенного оползания и течения	Блокового сползания	Оползни, осывы	»	500—1000, склоновый, террасовый	Дезинтеграция и обводнение рыхлых осадков, сейсмические сотрясения, гравитационные процессы	Деформации оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв средств коммуникации
Склоновый водно-эрозийный	Линейного размыва	Овражная эрозия	Линейный	400—800, склоновый, террасовый	Обильные атмосферные осадки, техногенное разрушение почв и грунтов	Разрушение сельхозугодий, отдельных зданий и конструкций, нарушение коммуникации
Озерный	Абразионная	Абразия	Фронтальный	450—500, прибрежно-озерный	Волноприбойная деятельность	Нарушение оснований сооружений

Таблица 1 (продолжение)

Класс процессов	Группа процессов	Ведущий процесс	Характер	Высотный пояс (м), ярус рельефа	Источник опасности	Возможные негативные последствия для человека
Флювиальный	Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия	Линейный	400—1500, пойменно-долинный	Обильные атмосферные осадки, питание за счет ледников и снежников, гравитационный потенциал рельефа	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок, объектов промышленности и социальбыта, разрыв средств коммуникации
	Аккумуляции рек и временных водотоков	Сели	»	460—1000, пойменный	Обильные атмосферные осадки, образование подпруд в речных долинах	Нарушение строительных площадок, объектов промышленности, разрыв коммуникаций, возможна гибель людей
	Денудации растворимых пород	Карст	Точечный	500—1000, все ярусы, включая пойменно-долинный	Наличие карстующихся пород	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок, объектов промышленности и социальбыта, разрыв средств коммуникации
Техногенный	Денудации не-растворимых пород	Суффозия	»	400—800, все ярусы, за исключением останцового	Наличие подземных водоносных горизонтов	Нарушение сооружений и строительных площадок, объектов промышленности и социальбыта, разрыв средств коммуникации
	Техномобилизационная	Подтопление, просадки	Площадной	300—500, пойменно-долинный	Техногенно спровоцированное формирование водоемов, наличие водоупорных пород и грунтов	Подтопление объектов промышленности, средств коммуникации с просадкой и деформацией грунтов

Таблица 2

Шкала оценок опасности геоморфологических процессов на территории Иркутской области*

Интенсивность	Характеристика процесса	Изменения ландшафта	Примеры процессов	Возможные разрушения	Ликвидация нарушений
1 — не интенсивный процесс, низкая опасность	Происходит на небольшой площади, охватывает малые массы грунта, малые скорости и расстояние перемещения по горизонтали и вертикали	Ландшафт практически не изменяется	Формирование оползней на склонах, откосах дорог, малые оползни, размыв донных оврагов, локальный смыв—намыв почв, пучение грунтов, подмыв берегов, суффозия и солифлюкция	Небольшие нарушения сооружений и конструкций, локальные деформации и разрушения дорожного полотна	Не требуют привлечений административных структур, ликвидируются местным населением
2 — умеренно интенсивный процесс, умеренная опасность	Охватывает заметную площадь и массы грунта, перемещаемые на расстояния: первые метры по горизонтали, первые сантиметры по вертикали	Локальные изменения в ландшафте и гидрогеологической среде	Каменпалы, смещение осыпей, локальная активизация оползней, образование и рост донных и береговых оврагов и эрозийных рытвин, заметный смыв—намыв почв	Частичное разрушение сооружений и конструкций, наклон зданий, искривление трубопроводов и дорожного полотна, линий электропередачи	Местные административные и муниципальные власти
3 — интенсивный процесс, высокая опасность	Охватывает большую площадь и массы грунта; перемещение — до десятков метров по горизонтали, до десятков сантиметров по вертикали	То же	Сели, крупные оползни, обрушение скал, откосов дорог, стенок карьеров, активная эрозия, сильный смыв—намыв почв, русловые деформации, обширные карстовые и суффозионные просадки	Значительное, но не полное разрушение сооружений и конструкций, больших участков сельхозугодий, трубопроводов, дорог; травмы, ранения и единичные жертвы среди населения	Местные административные, муниципальные, областные и краевые власти
4 — очень интенсивный процесс, очень высокая опасность	Быстрые перемещения значительных масс грунта на больших площадях, горизонтальные — до сотен метров, вертикальные — до десятков метров	Сильные изменения ландшафта. Негативное влияние на соседние территории вне очага распространения процесса	Серия селей, площадная активизация оползней, карстовые провалы, разрушение берегов, дефляция, массовое оголообразование, сплошной смыв—намыв почв, пыльные бури	Полное разрушение хозяйственной инфраструктуры; сохраняются отдельные сооружения, участки сельхозугодий, трубопроводов; число жертв среди населения превышает 10 чел.	Областные и федеральные организации, общенациональные и международные службы спасения

Примечание. *Составлено по [15] с изменениями и дополнениями авторов.

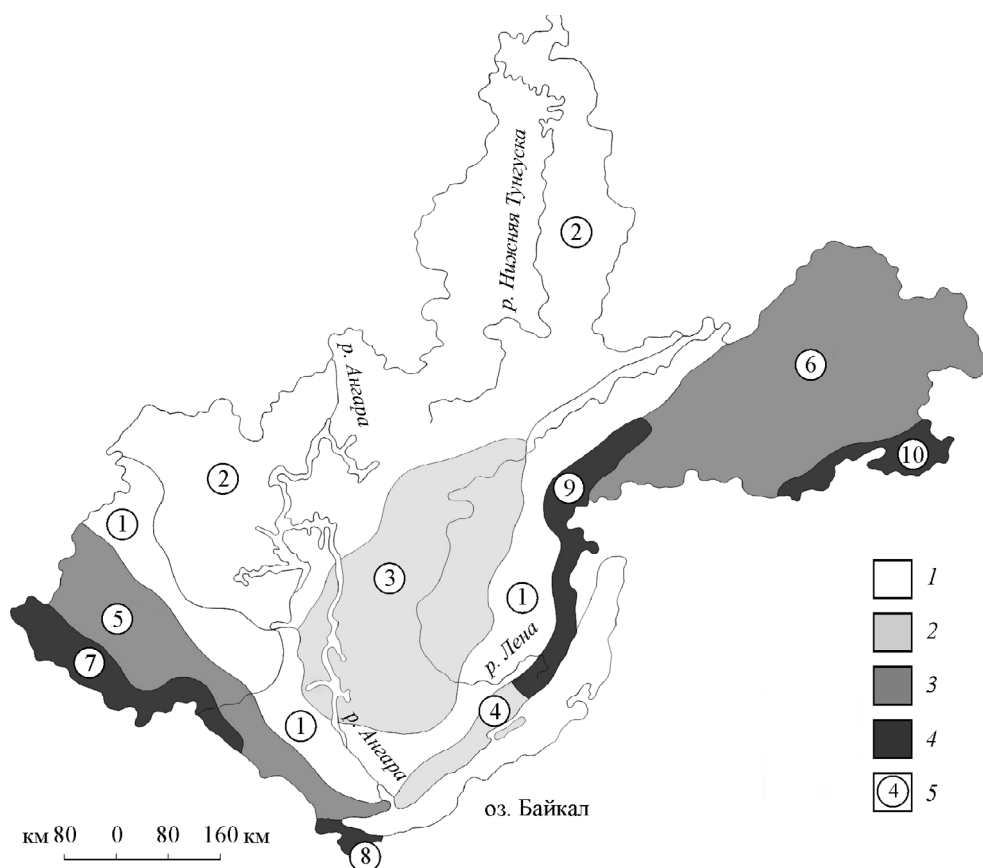


Рис. 1. Районирование Иркутской области по опасным геоморфологическим процессам.

Классы экологической опасности: 1 — I класс (низкая опасность), 2 — II класс (умеренная опасность), 3 — III класс (высокая опасность), 4 — IV класс (очень высокая опасность); 5 — номера эколого-геоморфологических районов: 1 — Канско-Ленский, 2 — Ангара-Тунгусский, 3 — Лено-Ангара-Тунгусский, 4 — Приморский, 5 — Предсаянский, 6 — Байкало-Патомский, 7 — Восточно-Саянский, 8 — Хамар-Дабанский, 9 — Северо-Байкальский, 10 — Муйско-Кодарский.

К III классу экологической опасности (высокая) относятся Предсаянский и Байкало-Патомский районы. Это эрозионное среднегорье и низкогорье с фрагментами древней мел-палеогеновой поверхности выравнивания; нагорье со средне- и низкогорными массивами и хребтами, несущими реликтовые и современные ледниковые формы; эрозионные краевые части Байкало-Патомского нагорья с выработанным в древней геологической структуре грядовым рельефом. Гравитационный потенциал рельефа высокий. Амплитуды неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания — 1000—2000 м. Потенциальная сейсмичность 7—8 баллов. Характерны активные разломы земной коры с тектоническими подвижками за последние 100 тыс. лет, палеосейсмодислокации с магнитудой землетрясений по шкале Рихтера до 6 баллов.

К IV классу экологической опасности (очень высокая) относятся Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский и Муйско-Кодарский районы. Это эрозионное среднегорье с реликтовыми ледниковыми формами

на водоразделах, редкими фрагментами древней поверхности выравнивания; высокогорные хребты, выдвинутые над поверхностью сводового поднятия, рифтогенные высокогорные хребты с ледниковыми формами. Гравитационный потенциал рельефа очень высокий. Амплитуды неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания — более 2000 м. Потенциальная сейсмичность — 8—9 баллов. Частые активные разломы с подвижками за последние 100 тыс. лет, палеосейсмодислокации с магнитудой землетрясений по шкале Рихтера до 7 баллов. Эпицентры землетрясений с магнитудой по шкале Рихтера до 7.5 баллов.

Ранее нами были выделены спектры опасных геоморфологических процессов для всех эколого-геоморфологических районов Иркутской области с подразделением этих процессов на ведущие, сопутствующие и второстепенные [12].

Землетрясения. Сейсмоопасны Восточно-Саянский, Северо-Байкальский, Хамар-Дабанский, Муйско-Кодарский районы. В Байкало-Патомском районе количество землетрясений невелико, но он испытывает сеймотектоническое влияние от очагов землетрясений, расположенных в Республике Бурятия и Забайкальском крае. Они оказывают влияние также на Приморский, Предсаянский и Лено-Ангарский районы. Слабое влияние землетрясений испытывает Канско-Ленский район, и только в южной части с высокой хозяйственной освоенностью. В зоне очень слабого сейсмовоздействия располагается Ангаро-Тунгусский район.

Тектонический крип вызывается слабыми подвижками в зонах разломов и повышенной трещиноватостью в тектонических блоках. Все сейсмоопасные районы испытывают негативное влияние со стороны тектонического крипа. По мере продвижения в глубь Сибирской платформы интенсивность тектонического крипа ослабевает в связи с тем, что здесь практически отсутствуют активные разломы, а тектонические блоки геодинамически относительно стабильны.

Обвалы и осыпи развиваются на крутых горных склонах, сложенных кристаллическими трещиноватыми или плотными осадочными горными породами. Их формированию способствуют и тектонические процессы, они встречаются преимущественно в пределах горного глубоко расчлененного рельефа. Обвалы и осыпи представляют опасность в Приморском и Лено-Ангарском районах, особенно вдоль крутых придолинных склонов. Другие районы практически не подвержены данному виду геоморфологической опасности; их появление может быть спровоцировано непродуманной хозяйственной деятельностью.

Эрозия представляет наибольшую опасность в горных районах: Восточно-Саянском, Северо-Байкальском, Муйско-Кодарском. По мере продвижения к равнинам активность эрозионных процессов снижается, а в Канско-Ленском и Ангаро-Тунгусском районах не играет значительной роли.

Седиментация нигде не представляет реальной угрозы, наиболее развита в Канско-Ленском и Ангаро-Тунгусском районах, где в совокупности с другими агентами морфогенеза может представлять опасность. Очаги седиментации встречаются в Приморском и Байкало-Патомском районах.

Суффозия распространена равномерно и представляет некоторую угрозу для хозяйственной инфраструктуры, за исключением Ангаро-Тунгусского района, где она сдерживается вечной и сезонной мерзлотой в грунтах. Активно развита суффозия и у подножий горных хребтов, а также провоцируется

человеком в местах подземных коммуникаций в населенных пунктах. Для городов суффозия представляет настоящее бедствие, постоянно нанося большой материальный ущерб.

Карст развит в карбонатных породах, в основном в Лено-Ангарском и Байкало-Патомском районах. В других горных районах, где карст связан с породами протерозоя, опасность меньше. Практически отсутствует карст в Канско-Ленском районе и связан с мелкими островами развития карбонатных пород. Ангаро-Тунгусский район не подвержен карстовой опасности из-за отсутствия карстующихся горных пород (лишь небольшие ареалы на Ангарском кряже).

Оползни приурочены к обводненным рыхлым отложениям, размываемым террасам, участкам подтопления и солифлюкции. Распространены они в Иркутской области относительно равномерно, но нигде не представляют серьезной опасности, за исключением тех мест, где провоцируются хозяйственной деятельностью человека, например по берегам Братского водохранилища.

Оврагообразование представляет опасность в Канско-Ленском и Приморском районах, в степных и лесостепных местностях, на полого-холмистой Иркутско-Черемховской равнине и в Предбайкальском прогибе, где развиты податливые к эрозии горные породы. Слабое развитие овражной эрозии отмечается в Предсаянском прогибе и на плоских водоразделах Канско-Рыбинской равнины.

Сели представляют серьезную угрозу в средне- и высокогорных районах: Восточно-Саянском, Хамар-Дабанском, Северо-Байкальском, Муйско-Кодарском, особенно опасны на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан. На низкогорьях и нагорьях сели развиты слабо, для равнин и плато они не характерны.

Криогенные процессы развиты повсеместно. Особенно подвержены им Восточно-Саянский, Северо-Байкальский, Муйско-Кодарский, Хамар-Дабанский, Байкало-Патомский, Ангаро-Тунгусский районы. Снижается криогенная опасность в областях сезонно-мерзлых пород на плато, предгорьях и низкогорьях, покрытых темнохвойной тайгой (Предсаянский, Приморский, Лено-Ангарский районы). Криогенез не оказывает опасного воздействия на равнинах, покрытых светлохвойными лесами, в лесостепи и степи (Канско-Ленский район). Здесь он может быть спровоцирован непродуманной хозяйственной деятельностью.

Абразия развивается вдоль побережья оз. Байкал в Северо-Байкальском и Приморском районах, вдоль берегов Ангарских водохранилищ в Ангаро-Тунгусском и Лено-Ангарском районах. Опасность абразии увеличивается совместным действием тектонических и гравитационных процессов. В Предсаянском районе величина берегового размыва ниже. Лишь на склонах Олхинского плоскогорья она может повлиять на хозяйственную инфраструктуру.

Сами опасные геоморфологические процессы и выделенные на карте (рис. 1) эколого-геоморфологические районы находятся в сложных системных взаимоотношениях между собой. Поэтому нами проведено специальное синергетическое моделирование этих взаимоотношений: 1) оценка связи районов по спектру (процентный вклад) опасных геоморфологических процессов; по доле (спектру) ведущих, сопутствующих и второстепенных процессов; по количеству этих процессов; 2) оценка связи районов по спектру опасных геоморфологических процессов с помощью полиномиальных зависимостей; 3) оценка распределения опасных геоморфологических процессов по районам с помощью полиномиальных зависимостей; 4) оценка роли процесса как ве-

дущего в структуре опасных процессов; 5) распределение опасных геоморфологических процессов внутри районов для создания модели формирования и типа структуры процессов.

По результатам синергетического моделирования отмечается четкая зависимость между горными районами с коэффициентом корреляции более 0.9. Высокие коэффициенты корреляции с горными районами характерны для Байкало-Патомского района — более 0.7. Предсаянский район имеет высокую степень общности с горными районами и с Байкало-Патомским районом. Одновременно он определил хоть и низкую ($R > -0.2$), но устойчивую степень разобщенности с равнинными районами. У Приморского района нет статистически достоверной общности с другими районами, но по степени разобщенности он имеет устойчивую отрицательную связь с равнинными районами. Лено-Ангарский район имеет среднюю степень общности с горными районами (более 0.5) и высокую — с предгорными и низкогорными (более 0.7), что позволяет рассматривать его как район, тяготеющий к горам. Ангаро-Тунгусский район не имеет статистически достоверной общности или разобщенности с другими районами, за исключением разобщенности с Приморским районом. Канско-Ленский район имеет высокую разобщенность с горными районами и среднюю — с предгорными и низкогорными; одновременно у него имеется статистически незначимая, но важная тенденция к общности с Ангаро-Тунгусским районом. Два равнинных района — Канско-Ленский и Ангаро-Тунгусский — показали высокую степень общности с коэффициентом корреляции 0.86. Примечательна и статистически высоко значимая ($R > -0.9$) степень разобщенности Предсаянского района с другими средне- и низкогорными районами — Приморским и Ангаро-Тунгусским. Степень разобщенности Лено-Ангарского и Северобайкальского районов также статистически значима. Хотя эти районы и находятся территориально близко друг от друга, но структура опасных процессов указывает на различие их происхождения. Эти же выводы относятся и к общности Приморского и Северобайкальского районов. Не ясны отрицательные связи между Восточно-Саянским и Предсаянскими районами. Следует отметить, что структура процессов в горах и на равнинах более упорядочена, чем в предгорьях. Это подтверждают и положительные отношения общности по данным показателям между равнинными и горными районами.

На основании полученных данных территория Иркутской области разделена нами на морфоструктурно-генетические зоны: I — с равнинно-холмисто-грядовым рельефом; II — с низко- и среднегорным и плоскогорным рельефом; III — со среднегорным и плоскогорно-нагорным рельефом; IV — с высокогорным рельефом. Выстроив все эколого-геоморфологические районы в указанном порядке, получаем гипотетический геоморфологический профиль: от равнинных районов — к горным. На этом профиле отражен весь спектр опасных геоморфологических процессов и выявлен характер их полиномиального распределения.

Класс процессов — сейсмогенные. Группа процессов — быстрые. Процесс — землетрясения проявляют тенденцию к возрастанию доли своего участия в спектре опасных геоморфологических процессов по мере продвижения от равнинных к горным районам. Группа процессов — медленные. Процесс — тектонический крип определяет уже зависимость к возрастанию доли своего участия в спектре опасных процессов по мере продвижения от равнинных к горным районам.

Класс процессов — криогенные. Группа процессов — мерзлотные. Процессы — термокарст, пучение грунтов, нивация, термоэрозия. Они определили два максимума — для равнинных и для высокогорных районов. В предгорных и низкогорных районах эти процессы менее развиты.

Класс процессов — гравитационно-склоновые. Группа процессов — гравитационные. Процессы — обвалы, осыпи, лавины. Полиномиальный тренд линейный с высоким коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0.82$ отражает увеличение доли этих процессов по направлению от равнин к горам.

Класс процессов — склоновый гидрогенного оползания и течения. Группа процессов — блокового сползания. Процессы — оползни, осыви. Полиномиальный тренд не показал достоверной связи или тенденции к ней. Оползни и осыви в равной степени развиты как на равнинах, так и в горах, с той лишь особенностью, что приурочены к районам широкого распространения осадочных горных пород.

Класс процессов — склоновый водно-эрозионный. Группа процессов — линейного размыва. Процессы — овражная эрозия. Полиномиальный тренд показывает устойчивую закономерность к снижению их процентной доли в спектре опасных геоморфологических процессов по направлению от равнин к горам.

Класс процессов — озерный. Группа процессов — абразионные. Процессы — абразия. Полиномиальный тренд фиксирует максимумы в тех районах, которые тяготеют к оз. Байкал и ангарскому каскаду водохранилищ, вдоль берегов которых главным образом и развита абразия в Иркутской области.

Класс процессов — флювиальный. Группа процессов — эрозии рек и временных водотоков. Процессы — глубинная и боковая эрозия. Полиномиальный тренд фиксирует тенденцию к нарастанию их доли в спектре опасных геоморфологических процессов по направлению от равнин к горам. Группа процессов — аккумуляции рек и временных водотоков. Процесс — сели. Полиномиальный тренд аналогичный предыдущему, но с меньшим коэффициентом достоверности аппроксимации. Процесс — пойменная, старичная и дельтовая седиментация (аккумуляция). Полиномиальный тренд фиксирует два максимума: больший — для равнинных, меньший — для горных районов. В первом случае седиментация развита в Канско-Ленском районе, во втором — в горных районах, обрамляющих активно прогибающиеся внутригорные котловины Байкальской рифтовой зоны.

Класс процессов — подземноводный. Группа процессов — денудации растворимых пород. Процесс — карст. Полиномиальный тренд указывает на устойчивую тенденцию к возрастанию роли карста в предгорных, низко- и среднегорных и снижению в равнинных и высокогорных районах. Группа процессов — денудации нерастворимых пород. Процесс — суффозия. Полиномиальный тренд аналогичен предыдущему, но коэффициент достоверности аппроксимации заметно ниже, что говорит о меньшей упорядоченности в распределении данного процесса.

Класс процессов — техногенный. Группа процессов — техномобилизационные. Процесс — подтопление. Развито главным образом в городах и в районе водохранилищ Ангарского каскада ГЭС. Полиномиальный тренд для этого процесса определил четкую тенденцию к снижению его влияния от равнин к горам. Это связано с тем, что основные техногенные объекты (индустриальные центры, водохранилища, коммуникации и др.) расположены в равнинных районах.

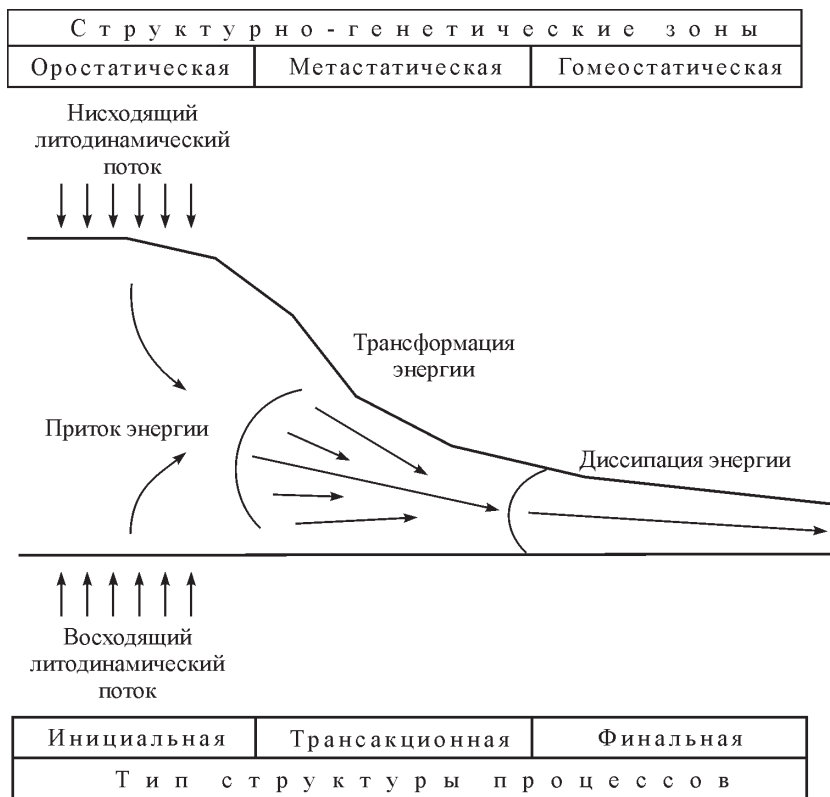


Рис. 2. Синергетическая модель формирования типов структур опасных геоморфологических процессов.

На основе полученных данных создана синергетическая модель формирования типов структур опасных геоморфологических процессов по катенному принципу от водоразделов через склоны к предгорья и долинам (рис. 2), на базе которой выявлено распределение эколого-геоморфологических районов Иркутской области по типу структур опасных геоморфологических процессов, синергетическому балансу и генетической позиции геоморфосистем (табл. 3).

Полученные данные подтверждаются региональными исследованиями вертикальной структуры (ярусности) рельефа. Для Приморского хребта в Западном Прибайкалье нами проведены специальные исследования вертикальной поясности ландшафтов, основанные на катенном принципе анализа горного рельефа. Они выявили аналогичные установленным в данной статье тенденции в динамике геоморфологических процессов и в состоянии геоморфосистем [13, 14].

Проведенное районирование Иркутской области по опасным геоморфологическим процессам и созданная синергетическая модель опасных геоморфологических процессов позволяют прогнозировать сценарий их развития. Динамика геоморфологических процессов Иркутской области в ближайшие 1000 лет (эволюция процессов) не изменится, но воздействие колебаний глобального и регионального климата, которые активно протекают в последние 50—60 лет по все более нарастающей траектории, повлечет за собой преобразования

Таблица 3

Синергетическая классификация эколого-геоморфологических районов Иркутской области

Районы	Распределение процессов	Синергетический баланс	Структурно-генетическая позиция	Тип структуры процессов
Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский, Муйско-Коларский	Бимодальное	Приток энергии	Оростатическая	Инициальный
Лено-Ангарский, Байкало-Патомский	Переходное от бимодального к полимодальному	Переход от притока к трансформации энергии	Переход от оростатической к метастатической	Переходный от инициального к трансакционному
Канско-Ленский, Приморский, Предсаянский	Полимодальное	Трансформация энергии	Метастатическая	Трансакционный
Ангаро-Тунгусский	Уномодальное	Диссипация энергии	Гомеостатическая	Финальный

собственно в характере протекания геоморфологических процессов уже в ближайшие десятилетия. Этот фактор необходимо будет учитывать при оценке природно-ресурсного потенциала Иркутской области и отдельных ее регионов, риска природопользования в них, обусловленного развитием опасных геоморфологических процессов, что позволит наметить комплекс природоохранных мероприятий.

Список литературы

- [1] Антипов А. Н., Плюснин В. М. Экологическое зонирование Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. 2002. № 4. С. 14—23.
- [2] Арманд А. Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1988. 264 с.
- [3] Атлас. Иркутская область. Экологические условия развития. Иркутск: Институт географии СО РАН, 2004.
- [4] Бояркин В. М. Географическое положение Иркутской области, его следствия и особенности // Изв. РГО. 1971. Т. 103, вып. 68. С. 56—72.
- [5] Воскресенский С. С. Геоморфология СССР. М.: Высшая школа, 1968. 368 с.
- [6] География Иркутской области. Вып. 3. Физико-географическое районирование Иркутской области. Иркутск: Изд-во ИГУ, 1973. 328 с.
- [7] Закон РФ «Об охране озера Байкал» как фактор устойчивого развития Байкальского региона. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2003. 258 с.
- [8] Золотарев А. Г. Геоморфологическое районирование Иркутской области // Материалы по геологии и полезным ископаемым Иркутской области. Иркутск. 1962. Вып. 31. С. 14—26.
- [9] Золотарев А. Г. Рельеф и новейшая структура Байкало-Патомского нагорья. Новосибирск: Наука, 1974. 120 с.
- [10] Кузьмин С. Б. Классификация опасных морфогенетических процессов Иркутской области // Изв. РГО. 2006. Т. 138, вып. 3. С. 64—70.

- [11] Кузьмин С. Б. Моделирование типов структур опасных морфогенетических процессов // ДАН. 2007. Т. 417, № 5. С. 689—692.
- [12] Кузьмин С. Б. Опасные геоморфологические процессы и риск природопользования. Новосибирск: ГЕО, 2009. 195 с.
- [13] Кузьмин С. Б., Шаманова С. И. Усовершенствование метода выделения ярусов рельефа на основе его цифровых моделей и характера древесной растительности на примере Западного Прибайкалья // Изв. РАН. Сер. геогр. 2012. № 4. С. 83—92.
- [14] Кузьмин С. Б., Шаманова С. И., Казановский С. Г. Определение высотной поясности ландшафтов на базе цифровых моделей рельефа и характера дендрофлоры // География и природные ресурсы. 2012. № 4. С. 137—149.
- [15] Рельеф среды жизни человека. М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. 640 с.

Иркутск
kuzmin@irigs.irk.ru
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН

Поступило в редакцию
12 декабря 2012 г.

Изв. РГО. 2014. Т. 146, вып. 2

© А. Ю. ОПЕКУНОВ

СТАНОВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ В СССР (20—30-е ГОДЫ XX ВЕКА)

Развитие природоохранного законодательства в нашей стране началось с установления советской власти и национализации природных ресурсов. В течение короткого времени был принят ряд ресурсных законов (декретов), имевших и природоохранную составляющую [6]: Земельный кодекс РСФСР (1922), Лесной кодекс РСФСР (1923), декрет СНК РСФСР «О недрах земли» (1920), постановление ЦИК и СНК СССР «Об основах организации рыбного хозяйства Союза ССР» (1924), декрет СНК РСФСР «Об охоте» (1920), декрет СНК РСФСР «Об охране памятников природы, садов и парков» (1921), декрет СНК РСФСР «О санитарной охране жилищ» (1919). Такие шаги были вполне предсказуемы, так как национализация природных ресурсов требовала разработки правовых норм, закрепляющих государственную собственность на землю, воду, леса и недра и устанавливающих определенный порядок природопользования.

1920—1930-е гг. оказались крайне продуктивными в развитии экологического нормирования. На фоне гражданской войны, разрухи, экономического упадка и социальной неустроенности народными комиссариатами здравоохранения и труда была проделана большая работа по установлению норм, правил и нормативов, имеющих выраженную экологическую направленность. Контурсы этой работы отчетливо видны и сегодня. Знакомясь с документами той поры, можно обоснованно заявить, что экологическое нормотворчество новой России в 1990-е гг. развивалось отнюдь не на пустом месте. При этом в первой трети прошлого века в той или иной мере были обозначены все три