

1. Копылов В.А. Социально-демографическая ситуация и перспектива развития городов Московской области // Русский город. М.: Изд-во МГУ, 1976. С. 203–213.
2. Кофф Г.Л., Петренко С.И., Лихачева Э.А., Котлов Ф.В. Очерки по геоэкологии и инженерной геологии Московского столичного региона. М.: РЭФИА, 1997. 185 с.
3. Справочник проектировщика. Градостроительство / Под общей ред. В.Н. Белоусова. М.: Стройиздат, 1978. 367 с.
4. Шевчук И.А., Андреева В.М., Мартыненко Э.И. Влияние рельефа и застройки города на режим ветра // Тр. Зап.-Сиб. регион. НИИ Госкомгидромета. "Охрана внешней среды". М.: Гидрометеиздат, 1979. С. 3–10.
5. Лихачева Э.А., Просунцова Н.С., Локишин Г.П. Воздействие техногенных физических полей в больших городах // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1996. Вып. 12. С. 30–56.
6. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А., Жидков М.П. и др. Город-экосистема. М.: Медиа-ПРЕСС, 1997. 335 с.
7. Кашира. Города Подмосковья. Кн. 3. М.: Моск. рабочий, 1983. С. 209–212.
8. Разумовский Ф. Что веселит грады Божии? // Памятники Отечества. Подмосковье. 1994. № 31. С. 16–18.
9. Маккавеев А.Н., Некрасова Л.А., Евина А.И. Потенциал местоположения малого города (на примере г. Кашира) // Тр. XI съезда РГО. СПб.: РГО, 2000. Т. 4. С. 107–108.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию
18.10.2000

ECOLOGICAL-GEOMORPHOLOGIC ANALYSIS OF THE KASHIRA URBAN AREA

A.I. YEVINA

S u m m a r y

The ecological properties of landforms of Kashira city (district center in the south of Moscow region) are discussed, which are important for health of the population, for engineering-geomorphologic conditions of the territory, for comfort of habitation. The evaluation of such characteristics has been made, taking into account the exposure and gradient of the slopes, and recent geomorphic processes.

УДК 551.4 : 911.6 : 551.4.08(571.53)

© 2002 г. С.Б. КУЗЬМИН

ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ
КЛАССОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ
ТЕРРИТОРИИ

(на примере Иркутской области)

Иркутская область – территория с повышенной опасностью развития неблагоприятных для здоровья человека и состояния хозяйственной инфраструктуры природных процессов и явлений. Это предопределяет необходимость создания программы экологической безопасности региона, над которой в настоящее время работает большой коллектив сотрудников различных академических и научно-производственных организаций Иркутска.

Существенным звеном разрабатываемой программы "Экологическая безопасность Иркутской области" является анализ опасных геолого-геоморфологических процессов и явлений. Значительная часть юго-западных, восточных и юго-восточных районов области располагается в горных местностях с глубоко расчлененным рельефом. На севере и северо-востоке – в районах развития многолетней мерзлоты –

широко представлены опасные криогенные процессы. Южные и восточные районы испытывают активное сейсмотектоническое воздействие со стороны Байкальской рифтовой зоны.

Для определения степени влияния опасных геолого-геоморфологических процессов на человека и хозяйственную инфраструктуру территории Иркутской области необходимо было выделить классы их экологической опасности. Это потребовало создания геолого-геоморфологического каркаса области, т.е. выделения районов с характерными типами опасных процессов и явлений. Иными словами, было проведено районирование Иркутской области по классам экологической опасности геолого-геоморфологических процессов и явлений.

Необходимо было подобрать наиболее важные и показательные критерии, по которым можно было бы судить о степени геолого-геоморфологической опасности территории. Поэтому на предварительном этапе было построено три карты: 1) рельефа и опасных экзогенных процессов; 2) неотектоники и сейсмической опасности; 3) подземных вод и опасных гидрогеодинамических процессов.

Для построения первой карты были использованы схемы: 1) геоморфологического районирования Восточной Сибири С.С. Воскресенского [1], 2) геоморфологического районирования Прибайкалья Н.А. Логачева [2] и Н.А. Флоренсова [3], 3) опасных экзогенных процессов [4, 5]. В дополнение использовались многочисленные фондовые и собственные материалы автора. Был построен следующий классификационный ряд, отражающий иерархию картографируемых объектов.

А. Среднесибирское плоскогорье – приподнятая равнина в подвижной части Сибирской платформы

I. Лено-Ангарское моноклинальное плато

1. Высокие плато и пластовые плоскогорья на антиклинальных структурах, расчлененные глубокими речными долинами, с преобладающими эрозионно-денудационными, гравитационными и карстово-суффозионными процессами.

2. Низкие пластовые плато на синклинальных структурах, расчлененные редкой сетью неглубоких речных долин, с сохранившимися местами древними галечниками на междуречьях, с преобладающими процессами седиментации, термоэрозии, морозного пучения, заболачивания, десерпции.

II. Плато, осложненные пластовыми интрузиями

3. Ангарский кряж, образованный системой слившихся антиклинальных массивов, бронированных траппами, с преобладающими гравитационными, эрозионно-денудационными и криогенными процессами.

4. Ангаро-Чунское плоское синклинальное плато с невысоко поднимающимися над ним трапповыми сопками, с редкой сетью неглубоких речных долин, с преобладающими карстово-суффозионными и криогенными процессами, а также десерпцией.

III. Тунгусская синклинальная впадина

5. Низкие плато с плоскими водоразделами, выстланными древними галечниками, с преобладающими криогенными и аккумулятивными процессами.

6. Низкие плато с плоскими водоразделами и невысоко поднимающимися над ними трапповыми грядками, с преобладающими криогенными и денудационными процессами, десерпцией.

IV. Краевые впадины

7. Иркутско-Черемховская равнина Предсаянского краевого прогиба

а) равнины с почти плоскими междуречьями и наклонные равнины древних озерных террас, слабо расчлененные неглубокими речными долинами с преобладающими процессами десерпции, суффозии, оседания склонов,

б) плоские озерно-аллювиальные равнины внутренних дельт с преобладающими процессами седиментации и заболачивания.

8. Канско-Рыбинская равнина с почти плоскими междуречьями, слабо расчлененная неглубокими речными долинами, с преобладающими суффозионными и аккумулятивными процессами, десерпцией.

9. Равнины Предбайкальского краевого прогиба

а) равнина с грядово-ложбинным структурным рельефом, с преобладающими эрозионно-денудационными, криогенными и аккумулятивными процессами,

б) почти плоские предгорные равнины, расчлененные неглубокими долинами, и волнистые ледниково-аккумулятивные равнины с преобладающими флювиогляциальными, криогенными и аккумулятивными процессами.

Б. Горы Южной Сибири – зона интенсивного проявления новейшей тектоники

I. Горы Восточного Саяна (массивное сводовое поднятие)

10. Высокогорные горстовые хребты, выдвинутые над поверхностью свода, с трогами, карами и карлингами, с преобладающими эрозионными, гравитационными и ледниково-экзарационными процессами.

11. Эрозионное средне- и низкогорье с фрагментами древней поверхности выравнивания, с преобладающими эрозионными и гравитационными процессами.

II. Горы Прибайкалья (складчато-глыбовые горст-антиклинали и грабен-синклинали, сформировавшиеся в результате резко дифференцированных неотектонических движений земной коры)

12. Хребет Хамар-Дабан – эрозионное среднегорье с ледниковыми формами на водоразделах, с фрагментами древней поверхности выравнивания, с преобладающими эрозионными, гравитационными и криогенными процессами.

13. Приморский и Байкальский хребты – эрозионное среднегорье и низкогорье с ледниковыми формами в осевой части хребтов, с фрагментами древней поверхности выравнивания (местами обширными – юг Приморского хребта), с преобладающими эрозионными, гравитационными и криогенными процессами.

14. Хребты Делюн-Уранский и Кодар – высокогорья с ледниковыми формами (кары, трог и др.), с преобладающими гравитационными, эрозионными и ледниково-экзарационными процессами.

15. Приольхонское плато – низкогорный сопочно-грядовый ложинно-западинный рельеф с преобладанием эрозионно-денудационных, эоловых и карстово-суффозионных процессов.

III. Нагорья сводового поднятия

16. Байкало-Патомское нагорье с беспорядочно расположенными среднегорными массивами и отдельными хребтами, несущими ледниковые формы, с преобладающими эрозионными, гравитационными и ледниково-экзарационными процессами.

17. Эрозионное низкогорье краевых частей нагорья с выработанным в древней структуре грядовым рельефом, с преобладающими эрозионными и криогенными процессами.

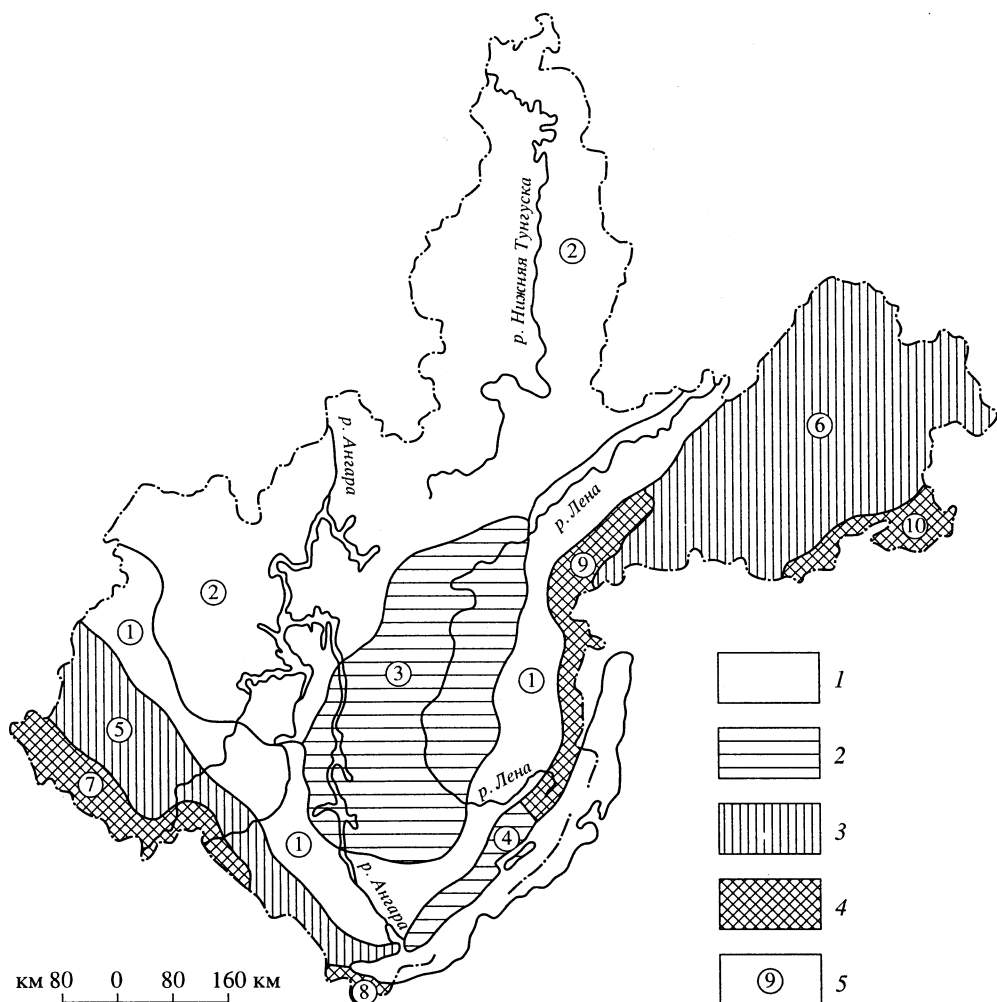
Для построения карты неотектонической и сейсмической опасности были использованы следующие схемы: 1) неотектонического районирования юга Восточной Сибири А.Г. Золотарева [6], 2) неотектоники Прибайкалья и Забайкалья К.Г. Леви [7], 3) сейсмического районирования юга Восточной Сибири В.П. Солоненко [8, 9],

4) разломов и тектонической трещиноватости Прибайкалья С.И. Шермана [10, 11]. На карте были выделены следующие объекты. 1. Области суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания, отражающие формы новейшей структуры и интенсивность тектонических движений земной коры четырех градаций: 1) 0–500 м, 2) 500–1000 м, 3) 1000–2000 м, 4) более 2000 м. 2. Главные активные разломы земной коры с тектоническими подвижками за последние 100 тыс. лет. 3. Эпицентры зарегистрированных землетрясений энергетического класса $K \geq 13$ (сильные, с магнитудой по шкале Рихтера $M \geq 6$ баллов). 4. Палеосейсмодислокации с вероятной магнитудой землетрясений по шкале Рихтера $M \geq 6.5$ баллов (сильные). 5. Позднекайнозойские тектонические впадины, испытывающие погружение, с активным развитием современной седиментации.

Для построения карты подземных вод и опасных гидрогеодинамических процессов были использованы схемы гидрогеологического районирования Восточной Сибири Е.В. Пиннекера [12, 13]. На карте были выделены шесть основных типов пресных водоносных горизонтов, развитых на территории Иркутской области. 1. Трещинно-пластовые среднеобильные в терригенных и трещинно-карстовые в карбонатных отложениях осадочного чехла (кембрий – карбон) Сибирской платформы с преобладанием среди минеральных вод хлоридно-натриевых рассолов повышенной минерализации (10–50 г/л) на севере и в центральных частях и сульфатно-кальциевых рассолов средней минерализации (3–15 г/л) на юге. 2. Пластово-трещинные слабообильные в туфогенных отложениях осадочного чехла (триас) Сибирской платформы в местах развития многолетней мерзлоты с преобладанием среди минеральных вод гидрокарбонатных рассолов слабоминерализованных (около 1 г/л). 3. Трещинно-пластовые слабообильные (на севере) и порово-пластовые высокообильные (на юге) в терригенных отложениях осадочного чехла (юра) Сибирской платформы с преобладанием среди минеральных вод гидрокарбонатных рассолов слабоминерализованных (менее 1 г/л) в местах развития многолетней мерзлоты и хлоридно-натриевых рассолов среднеминерализованных (1–15 г/л) в районах с отсутствием мерзлоты. 4. Порово-пластовые средне- и высокообильные в рыхлых неоген-четвертичных отложениях (пески, галечники) с преобладанием среди минеральных вод гидрокарбонатных и сульфатно-кальциевых рассолов слабоминерализованных (1–3 г/л) в неогеновых отложениях Предбайкальского прогиба. 5. Трещинные и трещинно-жильные средне- и высокообильные в метаморфических и изверженных породах (архей – протерозой) горно-складчатых областей, в местах развития карбонатных пород слабоминерализованные, в зонах активных разломов – термальные (Приморский, Байкальский хребты, Становое нагорье), термальные, углекислые и сероводородные (хребты Восточный Саян, Хамар-Дабан). 6. Трещинные среднеобильные в изверженных породах осадочного чехла (пермь-триас) Сибирской платформы с преобладанием среди минеральных вод гидрокарбонатных рассолов слабоминерализованных (1 г/л), развитых в местах привноса солей из вмещающих терригенно-карбонатных пород.

На карте были показаны также источники подземных вод: гидрокарбонатных и сульфатных с минерализацией до 1 г/л, сульфатных и сульфатно-кальциевых с минерализацией 1–10 г/л, хлоридных и хлоридно-натриевых с минерализацией 10–50 г/л и более, термальных, слабо сероводородных пресных, углекислых. Указан дебит источников в четырех градациях: 1) 0,1–1 л/с, 2) 1–10 л/с, 3) 10–100 л/с, 4) более 100 л/с. Выделены области подтопления и заболачивания.

На интегральной карте геолого-геоморфологического каркаса территории Иркутской области было выделено 10 геолого-геоморфологических районов, относящихся к различным классам экологической опасности (рисунок): 1 – Канско-Ленский – плоские и слабовсхолмленные равнины предгорных впадин, испытывающих погружение, с развитой седиментацией (Канско-Рыбинская и Иркутско-Черемховская равнины Предсаянского краевого прогиба, равнины Предбайкальского краевого прогиба), 2 – Ангаро-Тунгусский – невысокие слаборасчлененные плато на синклинальных и антиклинальных структурах, бронированные траппами (Ангарский кряж,



Экологическая опасность геолого-геоморфологических районов Иркутской области

Классы экологической опасности: 1 – I класс (низкая), 2 – II класс (умеренная), 3 – III класс (высокая), 4 – IV класс (очень высокая); 5 – геолого-геоморфологические районы (цифры в кружках): 1 – Канско-Ленский, 2 – Ангаро-Тунгусский, 3 – Лено-Ангарский, 4 – Приморский, 5 – Предсаянский, 6 – Байкало-Патомский, 7 – Восточно-Саянский, 8 – Хамар-Дабанский, 9 – Северо-Байкальский, 10 – Забайкальский

Ангаро-Чунское плато, северо-западная часть Ангаро-Ленского плато), 3 – Лено-Ангарский – высокие глубокорасчлененные плато на антиклинальных структурах (юго-восточная часть Лено-Ангарского плато), 4 – Приморский – низкогорные пологоувалистые хребты (Приморский хребет); 5 – Предсаянский – эрозионные предгорья и среднегорья сводового поднятия (хребет Восточный Саян), 6 – Байкало-Патомский – глубокорасчлененные среднегорья и нагорья (Байкало-Патомское нагорье, предгорья хребта Кодар), районы эрозионно-экзарационные среднегорий и высокогорий, 7 – Восточно-Саянский (хребет Восточный Саян), 8 – Хамар-Дабанский (хребет Хамар-Дабан), 9 – Северо-Байкальский (хребет Байкальский), 10 – Забайкальский (хребет Делюн-Уранский).

Геолого-геоморфологические районы были объединены в 4 класса экологической опасности: I класс – низкая, II – умеренная, III – высокая, IV класс – очень высокая опасность.

К I классу отнесены Ангаро-Тунгусский и Канско-Ленский районы с преобладанием равнинного рельефа. Они включают равнины с практически плоскими междуречьями и пологонаклонные равнины древних озерных террас, слабо расчлененные неглубокими речными долинами, с преобладающими процессами десерпции, суффозии, оседания склонов. Плоские озерно-аллювиальные равнины внутренних дельт с преобладающими процессами седиментации и заболачивания; равнины с практически плоскими водоразделами, слабо расчлененные неглубокими речными долинами, с преобладающими суффозионными и аккумулятивными процессами, десерпцией. Равнины окраинных частей платформы с грядово-ложбинным структурным рельефом, с преобладающими эрозионно-денудационными, криогенными и аккумулятивными процессами. Почти плоские предгорные равнины, расчлененные неглубокими долинами, и волнистые ледниково-аккумулятивные равнины с преобладающими флювиогляциальными, криогенными и аккумулятивными процессами. Низкие плато на синклинальных структурах, расчлененные редкой сетью неглубоких речных долин, местами сохранившие древние галечники на водоразделах, с преобладающими процессами седиментации, термоэрозии, морозного пучения, заболачивания, десерпции. Низкие плато, образованные системой слившихся антиклинальных массивов, бронированных траппами, с преобладающими гравитационными, эрозионно-денудационными и криогенными процессами. Плоские синклинальные плато с невысоко поднимающимися над ними трапповыми сопками, с редкой сетью неглубоких речных долин, с преобладающими карстово-суффозионными и криогенными процессами, десерпцией. Низкие плато с плоскими водоразделами, выстланными древними галечниками, с преобладающими криогенными и аккумулятивными процессами. Низкие плато с плоскими водоразделами и невысоко поднимающимися над ними трапповыми грядами, с преобладающими криогенными и денудационными процессами, десерпцией. Гравитационный потенциал рельефа низкий. Амплитуды суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания, отражающие формы новейшей структуры и интенсивность тектонических движений земной коры – 0–500 м. Потенциальная сейсмичность 4–5 баллов.

Во II класс попали Лено-Ангарский и Приморский районы, включающие высокие плато и пластовые плоскогорья на антиклинальных структурах, расчлененные глубокими речными долинами, с преобладающими эрозионно-денудационными, гравитационными и карстово-суффозионными процессами, а также низкогорные хребты, приподнятая расчлененная древняя поверхность выравнивания с преобладающими гравитационными и эрозионными процессами. Гравитационный потенциал рельефа средний. Амплитуды суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания 500–1000 м. Потенциальная сейсмичность 5–6 баллов. Редкие активные разломы земной коры с тектоническими подвижками за последние 100 тыс. лет.

В III класс попали Предсаянский и Байкало-Патомский районы: эрозионное среднегорье и низкогорье с отдельными фрагментами древней поверхности выравнивания, с преобладающими эрозионными и гравитационными процессами; нагорье с беспорядочно расположенными средне- и низкогорными массивами и отдельными хребтами, несущими ледниковые формы с преобладающими эрозионными, гравитационными и ледниково-экзарационными процессами, а также эрозионные краевые части нагорья с выработанным в древней структуре грядовым рельефом с преобладающими эрозионными и криогенными процессами. Гравитационный потенциал рельефа высокий. Амплитуды суммарных 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. Встречаются палеосейсмодислокации с вероятной магнитудой землетрясений по шкале Рихтера $M \geq 6.5$ баллов (сильные).

К IV классу отнесены Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский и Забайкальский районы. Это эрозионные среднегорья с ледниковыми формами на

**Геолого-геоморфологические процессы и явления на территории Иркутской области
и степень их экологической опасности по районам**

Опасные геолого-геоморфологические процессы и явления	Районы										Об- ласть
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Землетрясения	*	—	*	*	**	***	***	***	***	***	***
Тектонический крип	—	—	—	*	**	**	***	***	***	***	**
Обвалы, осыпи	—	—	*	*	*	**	***	***	***	***	**
Эрозия	—	—	*	*	**	**	***	**	***	***	**
Седиментация	**	**	—	*	—	*	—	—	—	—	—
Суффозия	*	—	*	**	**	**	**	**	***	**	**
Карст	—	—	**	**	**	**	**	*	**	*	*
Оползни	*	*	*	*	**	*	*	**	**	*	*
Оврагообразование	**	—	*	**	*	*	—	*	—	—	—
Сели	—	—	—	—	*	**	***	***	***	***	*
Криогенные процессы	—	***	*	*	**	***	***	***	***	***	***
Абразия	—	*	*	**	*	—	—	*	**	—	—
Подтопление	*	**	*	*	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Степень экологической опасности: *** – высокая, ** – умеренная, * – низкая.

водоразделах, с редкими фрагментами древней поверхности выравнивания, с преобладающими эрозионными, гравитационными и криогенными процессами, высокогорные горстовые хребты, выдвинутые над поверхностью сводового поднятия, и рифтогенные высокогорные хребты с трогами, карами и карлингами с преобладающими эрозионными, гравитационными и ледниково-экзарационными процессами. Гравитационный потенциал рельефа очень высокий. Амплитуды суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания более 2000 м. Потенциальная сейсмичность 8–9 баллов. Частые активные разломы земной коры с тектоническими подвижками за последние 100 тыс. лет. Палеосейсмодислокации с вероятной магнитудой землетрясений по шкале Рихтера $M \geq 6.5$ баллов (сильные). Эпицентры зарегистрированных землетрясений энергетического класса $K \geq 13$ (сильные, с магнитудой по шкале Рихтера $M \geq 6$ баллов).

Каждый из выделенных геолого-геоморфологических районов Иркутской области характеризуется своеобразным набором опасных геолого-геоморфологических процессов и различной степенью их проявления. Был проведен анализ этих процессов и явлений по степени их экологической опасности в четырехуровневой градации: практическое отсутствие опасности со стороны процесса или явления, низкая, средняя и высокая опасность. Эти данные представлены в таблице.

Землетрясения. Основные сейсмоопасные районы Иркутской области тяготеют к северо-западному плечу Байкальского рифта и зоне контакта юго-западной части Сибирской платформы с горно-складчатыми сооружениями Восточного Саяна. Сейсмические волны распространяются от очагов землетрясений, эпицентры которых располагаются главным образом в осевой части Байкальской рифтовой зоны, а на юго-востоке – в зоне Главного Саянского и оперяющих его разломов. Также территория области испытывает сейсмическое воздействие от далеких сильных землетрясений, эпицентры которых располагаются в горных сооружениях Монголии и Западного Китая.

Наиболее сейсмоопасны Северо-Байкальский, Хамар-Дабанский, Забайкальский, Восточно-Саянский и Байкало-Патомский районы. Здесь расположено большинство активных разломов, по которым происходят тектонические смещения блоков земной коры, вызывающие землетрясения. Эпицентры зарегистрированных сильных землетрясений приурочены главным образом к центральным и южным частям Байкальской

впадины. В Восточно-Саянском районе по мере продвижения к СЗ сила землетрясений заметно снижается, они переходят в мелкофокусные и сливаются с общим фоном. В Байкало-Патомском районе собственно в границах Иркутской области количество сильных и средних землетрясений также заметно падает, однако территория продолжает испытывать существенное влияние сейсмопотрясений от очагов, расположенных на северо-восточном фланге Байкальской рифтовой зоны в пределах Республики Бурятия и Читинской области (хр. Муйские, Кодар, Удокан и др.).

Заметное влияние оказывают описанные выше землетрясения и на Приморский, Предсаянский и Лено-Ангарский районы. Несмотря на то, что это влияние опосредованное, сила доходящих сюда сейсмических волн от сильных землетрясений бывает достаточно высокой и может приводить к серьезным разрушениям хозяйственной инфраструктуры при недостаточном качестве строительства. Слабое влияние землетрясений испытывает Канско-Ленский район: сейсмоопасности подвержена лишь его южная часть, сейсмические волны не вызывают деформаций хозяйственных построек. В зоне практически свободной от сейсмического воздействия располагается Ангаро-Тунгусский район.

Тектонический крип вызывается, главным образом, небольшими тектоническими подвижками в зонах активных разломов и повышенной трещиноватости, а также в отдельных тектонических блоках. Все сейсмоопасные районы Иркутской области испытывают и негативное влияние со стороны тектонического крипа, но по мере продвижения в глубь Сибирской платформы его интенсивность заметно падает.

Обвалы и осыпи – гравитационные геоморфологические процессы развиваются на крутых склонах, сложенных кристаллическими трещиноватыми или уплотненными осадочными горными породами. Способствовать формированию обвалов и осыпей могут и тектонические процессы. Эти виды опасности встречаются преимущественно в пределах горного глубоко расчлененного рельефа (Северо-Байкальский, Хамар-Дабанский, Забайкальский, Восточно-Саянский, Байкало-Патомский, Предсаянский районы). Определенную опасность обвалы и осыпи представляют в Приморском и Лено-Ангарском районах, особенно вдоль крутых придолинных склонов. Остальные территории практически не подвержены данного вида опасностям, однако их появление может быть спровоцировано непродуманной хозяйственной деятельностью.

Эрозия представляет наибольшую опасность в горных районах: Восточно-Саянском, Северо-Байкальском, Забайкальском. По мере продвижения к равнинным областям активность эрозионных процессов заметно снижается, а в Канско-Ленском и Ангаро-Тунгусском районах вообще не играет сколько-либо значительной роли.

Седиментация. Аккумулятивные геоморфологические процессы на территории Иркутской области не представляют серьезной угрозы для человека и хозяйственной инфраструктуры. Наиболее развиты они в Канско-Ленском и Ангаро-Тунгусском районах, где в совокупности с другими агентами морфогенеза могут представлять некоторую опасность. Отдельные крупные очаги седиментации встречаются в Приморском и Байкало-Патомском районах.

Суффозионные процессы распространены по территории Иркутской области достаточно равномерно и везде представляют определенную угрозу для хозяйственной инфраструктуры. Исключение составляет Ангаро-Тунгусский район, где развитие суффозии сдерживается многолетней мерзлотой. Особенно широко естественные суффозионные процессы развиты у подножий горных хребтов: Байкальского, Приморского и Восточного Саяна, в основном же суффозионные процессы провоцируются человеком в местах сооружения подземных коммуникаций.

Карстовые процессы развиты на территории Иркутской области практически повсеместно в карбонатных породах осадочного чехла Сибирской платформы и ее горно-складчатого обрамления. Наиболее сильно подвержены проявлению карста Лено-Ангарский и Байкало-Патомский районы. В Лено-Ангарском районе это главным образом места развития кембрийских пород верхоленской и усть-кутской свиты. В Байкало-Патомском районе карст развит в метаморфических породах (мраморы,

известняки, доломиты) протерозоя. Менее значительную опасность представляет карст в других горных районах, где он связан также с метаморфическими карбонатными породами протерозоя. Практически полностью отсутствует карстовая опасность в Канско-Ленском районе, где имеются лишь небольшие островки развития карбонатных пород и продуктов их выветривания. Ангаро-Тунгусский район не подвержен карстовой опасности в связи с практически полным отсутствием карстующихся горных пород (за исключением небольших ареалов на Ангарском кряже).

Оползневые процессы не являются отличительной чертой Иркутской области, но распространены на ее территории практически повсеместно. Оползни приурочены к рыхлым, главным образом плиоцен-четвертичным и современным отложениям, размываемым террасам, участкам подтопления и солифлюкции. Распространены оползневые процессы по территории области достаточно равномерно, но нигде не представляют серьезной опасности, за исключением тех мест, где они провоцируются хозяйственной деятельностью человека.

Оврагообразование развито в регионе слабо. Более менее существенную опасность оно представляет в Канско-Ленском и Приморском районах, особенно в степных и лесостепных местностях на пологохолмистой Иркутско-Черемховской равнине. Незначительное развитие овражной эрозии отмечается в Предсаянском предгорном прогибе и на плоских водоразделах Канско-Рыбинской равнины.

Сели представляют серьезную угрозу в средне- и высокогорных районах: Восточно-Саянском, Хамар-Дабанском, Северо-Байкальском, Забайкальском. На низкогорьях и нагорьях селевые процессы развиты слабо, а для равнин и плато вовсе не характерны.

Криогенные процессы наблюдаются повсеместно в горных районах, а на плато и равнинах – в местах развития многолетней мерзлоты. Особенно подвержены криогенной опасности горные и северные районы: Восточно-Саянский, Северо-Байкальский, Забайкальский, Хамар-Дабанский, Байкало-Патомский, Ангаро-Тунгусский. В первых пяти районах наблюдаются разнообразные формы ледникового рельефа: как экзарационные (троговые долины, цирки, карлинги), так и аккумулятивные (морены, в предгорьях – зандровые равнины). В Ангаро-Тунгусском районе опасные криогенные процессы обусловлены многолетней мерзлотой; развиты полигональные жилые льды, бугры пучения, термокарст, солифлюкция, режеляция.

Снижается опасность криогенных процессов в областях развития сезонно-мерзлых горных пород на плато, предгорьях и низкогорьях, покрытых темнохвойной тайгой (Предсаянский, Приморский, Лено-Ангарский районы). Практически не оказывают опасного воздействия мерзлотные процессы на равнинах, покрытых светлохвойными лесами, в лесостепи и степи (Канско-Ленский район). Здесь негативное влияние этих процессов может быть спровоцировано непродуманной хозяйственной деятельностью.

Абразионные процессы развиваются вдоль побережья оз. Байкал. Особенно активно они протекают на юго-восточных склонах Приморского и Байкальского хребтов в Северо-Байкальском и Приморском районах. Здесь формируются многочисленные классические абразионные формы: клифы, бенчи, гроты. Опасность негативных последствий развития этих процессов увеличивается здесь в результате наложения тектонических и гравитационных процессов. В Предсаянском районе абразионная опасность берегов озера ниже. Лишь на юго-восточных склонах Олхинского плато она может существенно негативно повлиять на элементы хозяйственной инфраструктуры. У подножья хр. Хамар-Дабан побережье оз. Байкал главным образом аккумулятивное, хотя иногда развиваются и абразионные формы.

Подтопление – антропогенно спровоцированный опасный природный процесс – наиболее интенсивно развито на юго-западе Ангаро-Тунгусского района из-за наличия здесь крупных водохранилищ. Потенциально опасным может быть и северная часть района, где подтоплению, кроме указанных выше причин, может содействовать многолетняя мерзлота, являющаяся своеобразным водоупором и способствующая развитию верховодки. Потенциально возможно развитие небольших участков под-

топления и в других районах, но здесь оно лимитируется либо глубоко расчлененным рельефом и дренажем верхних водоносных горизонтов, либо отсутствием значительного подземного стока и особенностями гидрогеологического режима.

В целом на территории Иркутской области развит широкий спектр опасных геолого-геоморфологических процессов. В одних районах они могут достигать максимальной опасности, в других – отсутствовать вовсе. По интегральному показателю влияния этих опасностей на человека и хозяйственную инфраструктуру можно выстроить следующий последовательный ряд.

Высокую опасность на территории Иркутской области представляет группа криогенных и сейсмотектонических явлений и процессов. Вследствие этого невозможна или крайне затруднительна хозяйственная деятельность в местах развития многолетней мерзлоты на равнинах и на участках оледенения в горах. Непосредственную угрозу жизни человека (особенно в южных районах области) представляют землетрясения.

Обвалы, осыпи, эрозия, суффозия и тектонический крип отнесены нами к умеренно опасным процессам. Первые три являются во многом результатом действия гравитации и развиты в горных районах с глубоко расчлененным рельефом. Суффозия особенно опасна там, где она провоцируется человеком; в результате ее воздействия иногда формируются обширнейшие участки бедлендов, абсолютно непригодных к хозяйственному использованию. Тектонический крип является следствием медленных малоамплитудных подвижек по разломам, но весьма трудно диагностируем и в дополнение инициирует другие опасные гравитационные процессы.

Низкую опасность в регионе представляют карст, оползни и сели. Сели и карст приурочены к малообжитым или вовсе ненаселенным районам высокогорий и участкам развития карбонатных осадочных и метаморфических горных пород.

Практически не представляют опасности в масштабах всей области седиментация, абразия, оврагообразование и подтопление. Абразия развита в узкой прибрежной полосе озера Байкал с практическим отсутствием постоянного населения и хозяйственной инфраструктуры. Оврагообразование существенно развито только на Иркутско-Черемховской равнине и обусловлено в основном нерациональным ведением сельского хозяйства. Седиментация протекает в межгорных понижениях и предгорных прогибах относительно медленно и не носит катастрофического характера.

На территории Иркутской области можно выделить и отдельные небольшие ареалы развития других опасных геолого-геоморфологических процессов и явлений, которые не нашли отражения в масштабе составленной карты.

Неблагоприятные процессы эоловой седиментации развиты на северо-западном побережье о. Ольхон на Байкале. Заболачивание носит опасный характер в районе внутренних дельт Предсаянского краевого прогиба. В степных районах юга Иркутской области возникают опасные эрозионно-аккумулятивные процессы и явления (овраги, пролювиальные конусы выноса и др.), связанные с действием временных водотоков. В местах развития соляных структур (диапиров) – Жигаловский вал – возможны просадочные и провальные явления, связанные с процессами галогенной тектоники. Можно привести и некоторые другие локальные примеры.

В заключение необходимо подчеркнуть, что построенная карта классов экологической опасности территории Иркутской области на основе геолого-геоморфологического каркаса была использована при составлении интегральной схемы районирования Иркутской области по экологической опасности в процессе разработки программы "Экологическая безопасность Иркутской области".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воскресенский С.С. Геоморфология Сибири. М.: Изд-во МГУ, 1962. 352 с.
2. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. М.: Наука, 1974. 360 с.
3. Флоренсов Н.А., Ивановский Л.Н., Уфимцев Г.Ф. и др. Процессы формирования рельефа Сибири. Новосибирск: Наука, 1987. 185 с.

4. *Тржцинский Ю.Б.* Оползни, сели, термокарст в Восточной Сибири и их инженерно-геологическое значение. М.: Наука, 1969. 136 с.
5. *Леициков Ф.Н.* Мерзлые породы Приангарья и Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1978. 141 с.
6. Карта новейшей тектоники юга Восточной Сибири. М-б 1 : 1500000 / Под ред. Золотарева А.Г., Хренова П.М. М.: ГУГК, 1981.
7. Карта неотектоники Прибайкалья и Забайкалья. М-б 1 : 2500000 / Под ред. Логачева Н.А. Иркутск: 1982.
8. *Солоненко В.П., Хилько С.Д., Хромовских В.С.* Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы. Новосибирск: Наука, 1977. 303 с.
9. *Солоненко В.П.* Сейсмогеология и сейсмическое районирование трассы БАМ и зоны ее экономического влияния. Новосибирск: Наука, 1979. 69 с.
10. *Шерман С.И.* Физические закономерности развития разломов земной коры. Новосибирск: Наука, 1977. 101 с.
11. Неотектоника. Геология и сейсмичность зоны БАМ. Новосибирск: Наука, 1984. 208 с.
12. *Пиннекер Е.В.* Проблемы региональной гидрогеологии. Закономерности распространения и формирования подземных вод. М.: Наука, 1977. 196 с.
13. *Пиннекер Е.В., Писарский Б.И., Шенькман Б.М. и др.* Естественные ресурсы подземных вод юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1976. 127 с.

Ин-т географии СО РАН, Иркутск

Поступила в редакцию
29.05.2001

GEOLOGIC-GEOMORPHOLOGIC FRAME FOR THE AREAL DISTINCTION OF ECOLOGICAL HAZARD CLASSES (IRKUTSK REGION AS AN EXAMPLE)

S.B. KUZMIN

S u m m a r y

Zoning of Irkutsk region has been fulfilled basing on the analysis of different maps: topographic, exogenous processes, neotectonics, seismicity, underground water and dangerous hydrogeodinamic processes. 10 regions were distinguished according to 4 classes (from low to extremely high) of ecological hazard.