

Чувствительность ландшафтов России к глобальным изменениям климата

*В.Е. Мельченко, к.г.н., НИИ-Природа
В.Р. Хрисанов, к.г.н., Г.В. Митенко, В.О. Юрин,
Институт фундаментальных проблем биологии РАН
В.В. Снакин, д.б.н., НИИ-Природа*



Наблюдаемые в последние десятилетия глобальные изменения климата с неизбежностью будут приводить к всеобъемлющим изменениям в биосфере, в том числе к изменению ландшафтообразующих процессов и в конечном итоге к изменению облика ландшафтов. При этом необходимо иметь в виду, что даже на одни и те же изменения климата различные ландшафты реагируют по-своему: их реакция различается как в качественном, так и в количественном отношении.

В настоящей работе поставлена задача оценить потенциальную чувствительность ландшафтов по отношению к глобальным климатическим изменениям. Непосредственно сами глобальные изменения климата здесь не анализируются, а рассматривается только возможная реакция на эти изменения, в обобщенном виде, как чувствительность. *Под чувствительностью ландшафта понимается его способность реагировать на изменение внешних факторов, в частности на глобальные изменения климата.*

Принимая во внимание, что ландшафты обладают определенной внутренней неоднородностью, ландшафт рассматривается на уровне типологического обобщения – по их доминирующим свойствам.

Изменения климата анализируются в основных показателях возможного изменения температурного режима и увлажнения, а основные проявления чувствительности ландшафтов – в изменении ландшафтной структуры, свойств ландшафта, условий существования биоты, в том числе человека.

При проведении анализа мы имели в виду, что существуют очень консервативные (нечувствительные) ландшафты по отношению к изменениям климата. В периоды оледенений они, например, выполняли функцию рефугиумов (убежищ для биоты). Обычно это автономные, приподнятые территории – возвышенности, кряжи, на коренных породах, устойчивых, зачастую скальных. Примером могут служить Жигулевские горы, морфологическая структура которых слабо изменилась за период оледенений, за исключением овражных комплексов, рост которых также ограничен карстовыми процессами [1–3].

В то же время прилегающие к Жигулям пониженные равнины, сложенные глинистыми породами, претерпели сильные изменения, даже непосредственно не покрываясь ледником, за счет делювиальных и солифлюкционных процессов. При изменении условий увлажнения и в криогенные периоды экологические условия для биоты здесь сильно менялись, в то время

как на склонах Жигулевских гор, сложенных плотными карбонатными известняками, растения постоянно, независимо от количества осадков, испытывали дефицит увлажнения (трещиноватые известняки создавали «эффект решета»). Здесь даже формировались сухоторфянистые почвы, специфические для горных ландшафтов.

По своей сущности понятие чувствительности пересекается с понятием устойчивость. В составе показателей рассматривается также подвижность литогенной основы [4]. Наиболее изменяемыми (чувствительными) ландшафтами являются долины рек, особенно поймы, которые в силу большей подчиненности положения наиболее чутко реагируют на все изменения климата.

В ландшафтном плане показатели представляют собой различные характеристики природных территориальных комплексов (ПТК), выраженные в морфологической структуре ландшафта (размеры, соседство, контрастность сопряженных ПТК), а также в возрасте, временной изменчивости (стабильности) внутренних свойств ПТК (смысл и намыв почвообразующего субстрата), изменчивости гидротермических условий и функциональных показателей (характер, степень, периодичность и вектор латеральных связей или изолированность ПТК; прошлая и настоящая функциональная роль ПТК в организующем ландшафте). Такой подход к анализу чувствительности ландшафтов дает основания для прогноза их реакции на климатические изменения.

Оценка чувствительности ландшафтов проведена нами на основе ландшафтной карты России, составленной А.Г. Исаченко [5]. На карте исходно выделено 363 вида или группы ландшафтов, проанализированных по свойствам потенциальной чувствительности к климатическим изменениям. В работе использована ГИС (Arc View 3.2) для операций над выборками, сопоставлений и картографических представлений показателей чувствительности.

В качестве *основных показателей чувствительности ландшафтов* предлагается использовать:

- чувствительность условий существования биоты по подтипам ландшафтов;
- чувствительность литогенной основы к климатическим изменениям;
- активизацию мерзлотных процессов.

Рассмотрим исходные положения по выбору показателей.

Показатели чувствительности ландшафта взяты с учетом:

- рассматриваемого уровня точности: ранга вида или даже группы ландшафта;
- разнообразия проявления реакции, обусловленного разнообразием природных условий;
- типов ландшафтов – от арктических пустынь до субтропических лесов;
- различных классов – горных и равнинных.

Реакция оценивается в обобщенном виде. Для количественной характеристики чувстви-

тельности ландшафтов использована система балльных оценок.

Чувствительность условий существования биоты рассматривается на уровне подтипов ландшафтов. За критические условия существования биоты взяты переходные ландшафтные условия (подзоны) – лесостепь, лесотундра, иногда определяемые как экотоны (1 балл). Биота в этих ландшафтах находится на границе своего ареала и весьма чувствительна к изменениям климатических условий. Основные ландшафтные условия (зоны) при этом оцениваются в 0 баллов.

Следующий показатель – *чувствительность литогенной основы* к климатическим изменениям – учитывался нами ранее как один из основных при оценке устойчивости экосистем [4]. В основу здесь положены свойства подвижности грунтов, основанные на инженерно-геологических классификациях [6]. При оценке этого фактора исходили из того, что скальные и близкие к ним грунты в наименьшей мере реагируют на изменения увлажнения и температуры (0 баллов). Затем идут глинистые и песчаные породы, которые обладают большей способностью к размыванию (1 балл). В наибольшей мере подвижны лессовые породы: они склонны к образованию просадок, легче размываются (2 балла).

При анализе литогенной основы нами также был учтен такой фактор, как подчиненность положения ландшафта (предгорья, приморские территории, долины рек, дельты). Подчиненные в геоморфологическом отношении ландшафты будут сильнее реагировать в случае потепления или увеличения осадков, чем автономные. В случае потепления это обусловлено ускоренным таянием ледников. Увеличение осадков также будет способствовать усиленному обводнению подчиненных ландшафтов, в первую очередь долин рек, предгорий и приморских территорий. Таким образом, чувствительность литогенной основы по положению в рельефе будет оцениваться следующим образом: автономное – 0 баллов, подчиненное – 1 балл.

Отдельно рассматривается *показатель активизации мерзлотных процессов*. Оттаивание мерзлых пород может повлечь за собой катастрофические последствия. Причина в том, что верхние горизонты вечномерзлых пород мощностью от 2–5 до 30–50 м и более содержат лед в виде мелких линзочек и жилок, а также крупных залежей в виде клиновидной решетки (полигональной в плане) или пластовых залежей мощностью до 30–40 м. На некоторых участках северных равнин лед составляет до 90% объема мерзлых пород [7]. Б.И.Втюрин оценивает запасы подземных льдов криолитозоны России в 19 тыс. км³, что дает право иногда называть вечную мерзлоту подземным оледенением [8].

Оттаивание льдонасыщенных пород будет сопровождаться просадками земной поверхности и развитием опасных мерзлотных (криогенных) геологических процессов: термокарста,

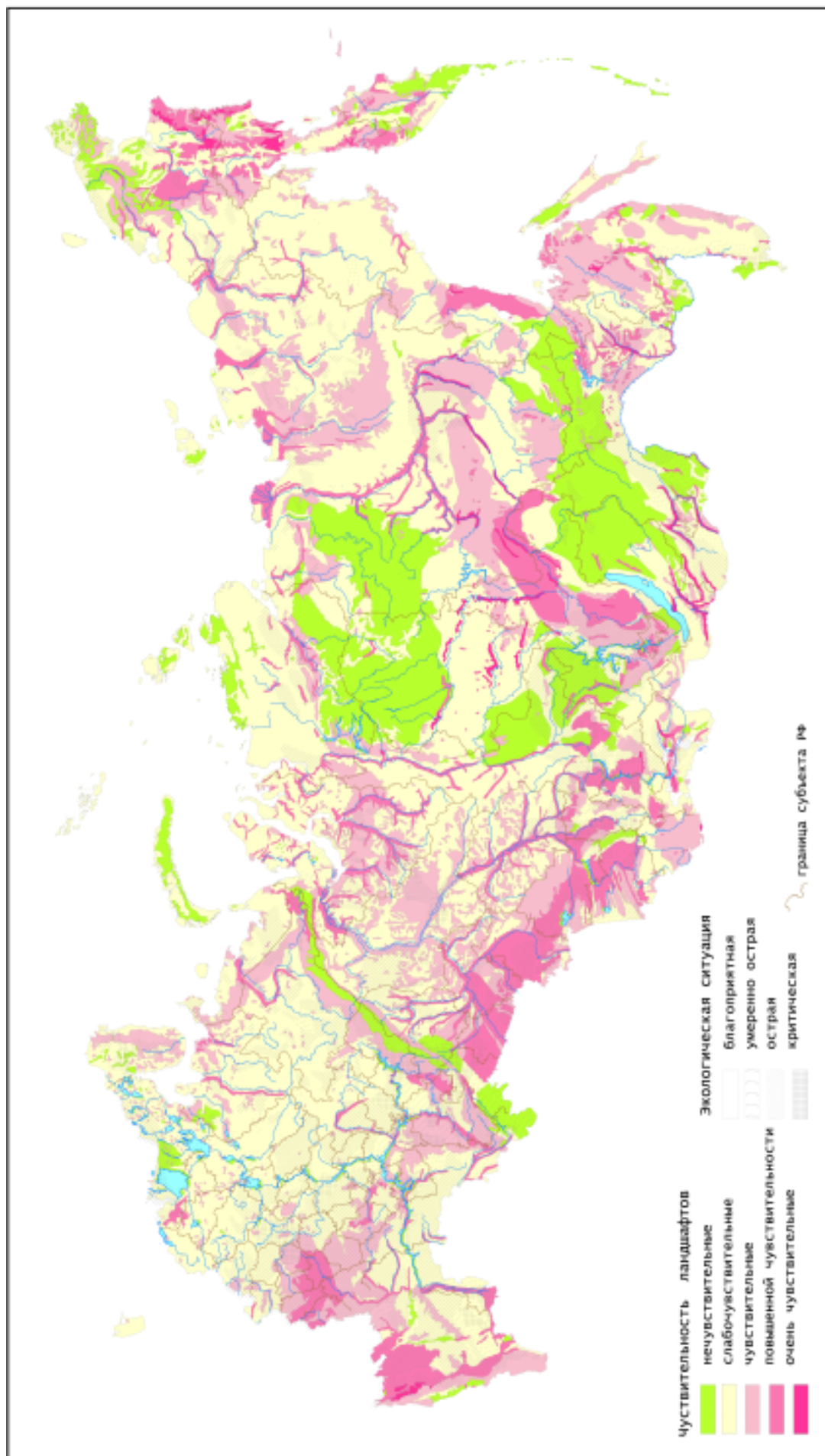


Рис. 1. Чувствительность ландшафтов к изменениям климата

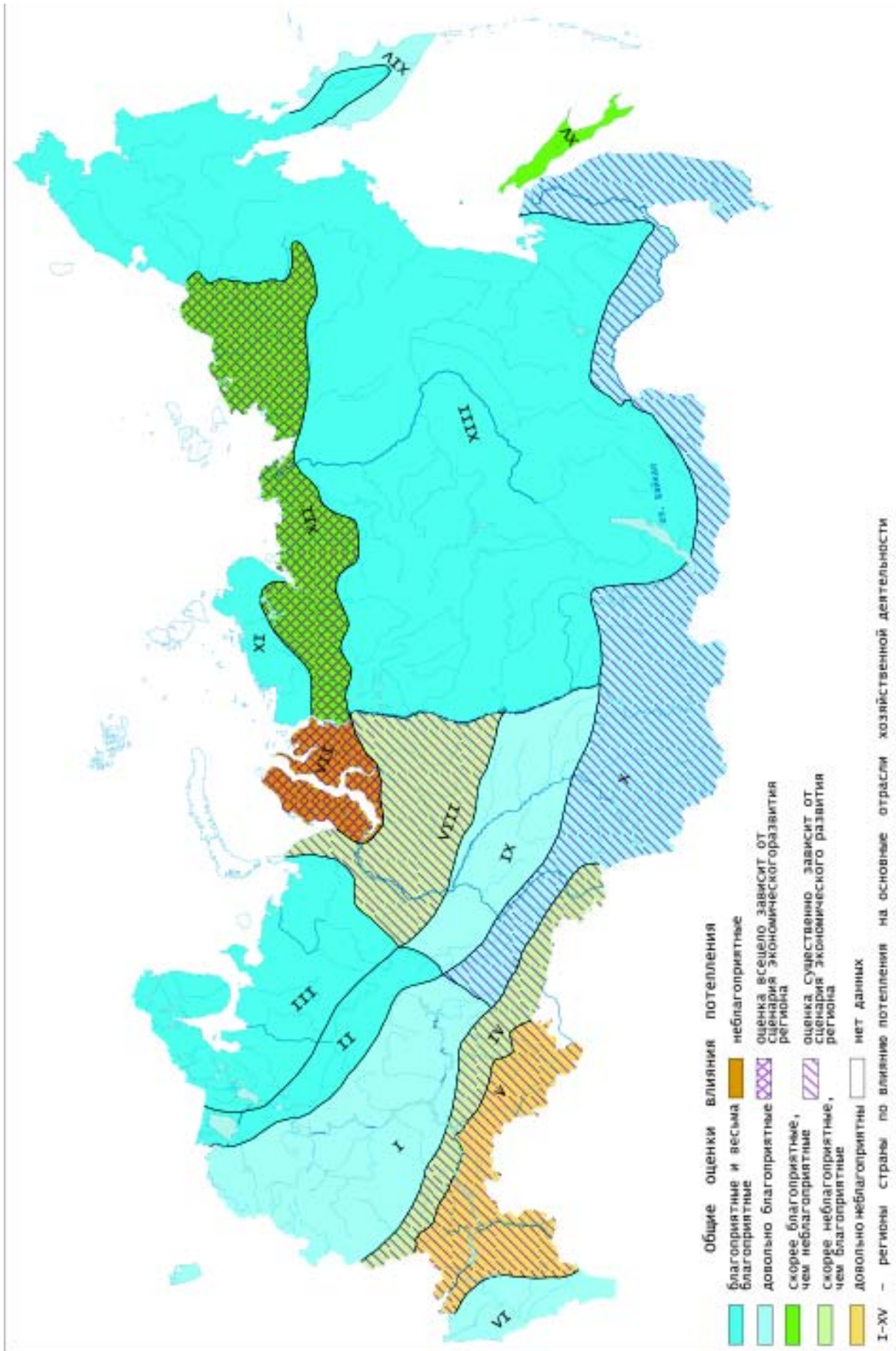


Рис. 2. Эколого-экономическая оценка последствий глобальных изменений природной среды

термоэрозии, солифлюкции и др. Целые регионы с низкими абсолютными отметками поверхности окажутся затопленными морем. Возникнет угроза разрушения зданий и инженерных сооружений, возведенных с сохранением мерзлого основания. Такие последствия потепления климата приведут не только к резким изменениям ландшафтов, но и станут разорительными для экономики [7]. Для количественной оценки рассматриваемого показателя нами была использована карта активизации мерзлотных процессов [9]. Легенда карты была трансформирована в соответствии со следующей оценкой чувствительности ландшафтов по активизации мерзлотных условий:

Относительно стабильная вечная мерзлота (как и ее отсутствие)	– 0 баллов
Частичное оттаивание вечной мерзлоты	– 1 балл
Повсеместное оттаивание вечной мерзлоты	– 2 балла

Максимальная сумма баллов по предложенным шкалам среди ландшафтов России оказалась не более 4 (из 6 возможных). На основании суммированных баллов показателей чувствительности разработана шкала меры чувствительности ландшафтов: 0 баллов – нечувствительные ландшафты; 1 – слабо чувствительные; 2 – чувствительные, 3 – повышенной чувствительности; 4 балла – очень чувствительные ландшафты.

На основании оценочных характеристик ландшафтов составлена карта их чувствительности (рис. 1), которая показывает, что максимальными значениями чувствительности характеризуются ландшафты Предкавказья, юга Западной Сибири, юга Восточной Сибири (Предбайкалья). И, безусловно, наиболее чувствительны долины рек, а это и наиболее заселенные, хозяйственно освоенные ландшафты.

На рис. 1 помимо оценки чувствительности штриховкой показана степень экологической напряженности, заимствованная из карты «Современное состояние окружающей среды» [10]. Сравнение этих слоев позволяет получить представление об усилении экологической напряженности на территории за счет климатических изменений. Здесь видно, что большая часть территории России с потенциально чувствительными ландшафтами находится вне зон экологической напряженности. Исключениями являются дельта Волги, участки Предкавказья и юга Западной Сибири – территории с острой и критической экологической ситуацией.

Принципиально другим подходом, развитым в работе [11], является анализ влияния грядущих климатических изменений в различных регионах России с позиции развития хозяйственного комплекса страны. На второй карте (рис. 2), построенной по данным П.М.Хомякова и других, представлена эколого-экономическая оценка влияния потепления. Здесь видно, что на юге России последствия рассматриваются как неблагоприятные. В то же время в этих местах есть ландшафты, характеризующиеся также повышенной чувствительностью к изменениям климата. Места совпадения таких показателей требуют особого внимания.

Представленная информация дает возможность проанализировать одну сторону – чувствительность природных ландшафтов к глобальным климатическим изменениям. Эти данные могут быть основой для последующих экономических оценок реакции хозяйственной деятельности. В принципе для обоснованного анализа последствий необходимо совмещение оценок – климатических, ландшафтных (приводимых здесь) и экономических.

Представленную работу можно рассматривать как часть общей задачи оценки последствий глобального изменения климата для территории Российской Федерации.

Литература

- Обедиентова Г.В. Происхождение природы Жигулей // Изв. ВГО. 1986. Т.118. № 1.
- Мельченко В.Е. Ландшафты Самарской Луки // Самарская Лука. 1991. № 1. С.45–62.
- Мельченко В.Е. О флористической индивидуальности природных территориальных комплексов // Вестн. Моск. ун-та. Сер.5, геогр. 2000. № 2. С. 30–34.
- Снакин В.В., Мельченко В.Е., Бутовский Р.О. и др. Оценка состояния и устойчивости экосистем. – М.: ВНИИприрода, 1992.
- Исаченко А.Г. Ландшафтная карта России. М 1:10 000 000 // Геологический атлас России. Раздел 4. – М.; С.-Пб., 1996.
- Сергеев Е.М. Инженерная геология. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982.
- Павлов А.В. Закономерности формирования криолитозоны при современных изменениях климата // Известия РАН. Сер. геогр. 1997. № 4. С. 61–73.
- Втюрин Б.И. Подземные льды СССР. – М.: Наука, 1975.
- Мельников Е.С., Гравис Г.Ф., Конченко Л.А., Молчанова Л.С. Карта криогенных геологических процессов криолитозоны России (М 1:7500000) // Итоги фундаментальных исследований Земли в Арктике и Субарктике. – Новосибирск: Наука, 1997. – С. 279–286.
- Природные ресурсы и экология России: Федеральный атлас. – М.: НИИ-Природа, 2003.
- Хомяков П.М., Кузнецов В.И., Алфертов А.М. и др. Влияние глобальных изменений климата на функционирование основных отраслей экономики и здоровье населения России. – М.: Эдиториал УРСС, 2001.