

#### 3.2. СОСТОЯНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД, ТРАНСПОРТ

*Ведущие авторы:* Н. В. Кобышева, О. А. Анисимов, Б. Г. Шерстюков

*Автор:* М. Л. Марков

*Редактор-рецензент:* А. Ф. Яковлев

##### 3.2.1. Тепловой режим зданий и сооружений

Перспективные оценки последствий потепления в XXI веке для зданий и технических сооружений были впервые получены с использованием сценариев изменения климата, основанных на палеоаналогах (Ефимова и др., 1992; Ефимова, Байкова, 1994), на прогнозах изменения температуры воздуха на период до 2010–2015 гг. с помощью эмпирико-статистической модели (Материалы к стратегическому прогнозу..., 2005; Александрова, 2006) и на результатах расчетов по ряду моделей общей циркуляции атмосферы (Анисимов, 1999; Instanes et al., 2005). Полученные перспективные оценки зависят от используемого сценария изменения климата и заметно различаются между собой региональными деталями.

Все сценарии изменения климата дают довольно схожую картину изменений температуры воздуха в ближайшее десятилетие. Согласно оценкам Росгидромета (Материалы к стратегическому прогнозу..., 2005), к 2015 г. наибольшее повышение температуры холодных суток составит от 0,7–1,2°C на севере России и до 0,3–0,5°C на юге. На основании этого в работе (Александрова, 2006) сделан вывод об уменьшении продолжительности отопительного периода в России к 2015 г. на 1–4 суток. В этой же работе показано, что в предположении о повышении к концу XXI столетия температуры наиболее холодной пятидневки на северо-западе России на 2–3°C следует ожидать сокращения отопительного периода в этом регионе на 20–50 суток.

Перспективные оценки последствий изменения климата на более длительный период времени — до конца первой четверти и до середины XXI века — заметно различаются между собой, существенно зависят от выбранного сценария антропогенного воздействия на глобальный климат.

В работах (Ефимова и др., 1992; Ефимова, Байкова, 1994) на основе палеоаналоговых сценариев были построены карты, характеризующие сокращение продолжительности отопительного периода и дефицита тепла в Северном полушарии для конца первой четверти и до середины XXI века. Палеоаналоговые сценарии предполагали повышение к середине XXI века средней годовой глобально осредненной температуры воздуха в приповерхностном слое атмосферы по сравнению с 1990 г. на 2°C. Современные данные показывают, однако, что эти изменения едва ли превзойдут

величину 1,0–1,2°C. Таким образом, упомянутые выше оценки сокращения потребности в отоплении помещений являются несколько завышенными.

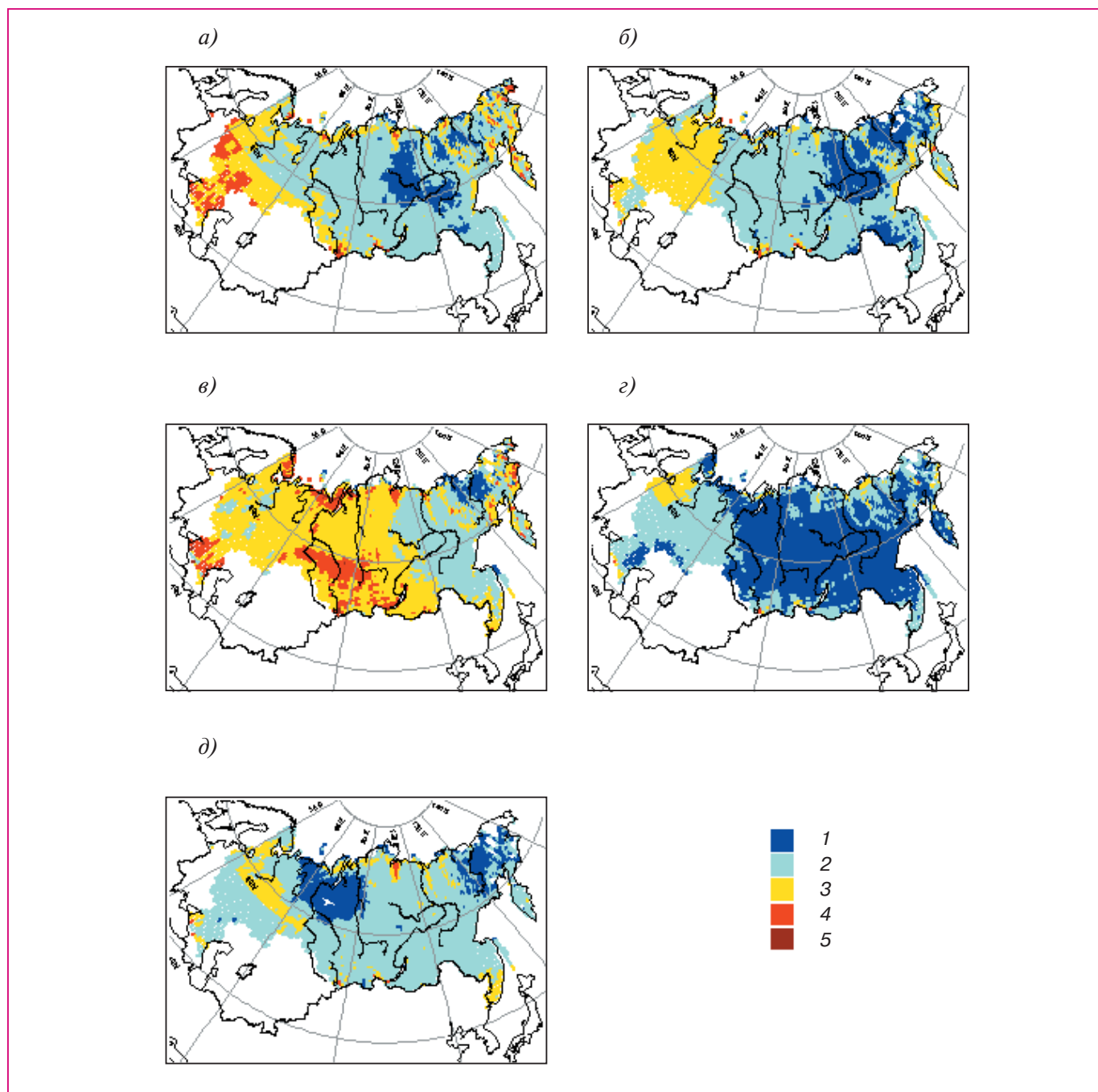
Более точные оценки могут быть получены с использованием современных сценариев антропогенного воздействия на глобальный климат и расчетов соответствующих изменений глобального климата с помощью моделей общей циркуляции атмосферы.

В Докладе по оценке последствий изменений климата в Арктике (Instanes et al., 2005) были получены оценки изменения продолжительности отопительного периода и дефицита тепла (см. определения показателей в разделе 2.1.2) для 2025, 2050 и 2080 гг. для сценария В2. При этом климат будущего рассчитывался с помощью пяти различных климатических моделей: CGCM2, HadCM3, ECHAM4, GFDL\_R30 и CSM\_1.4. Результаты расчетов для середины XXI века показаны на рис. 3.2.1 (для продолжительности отопительного периода) и 3.2.2 (для дефицита тепла). Оценки даны в процентах по отношению в норме за период 1961–1990 г.

В работе (Шерстюков, 2007) для оценки изменения продолжительности отопительного периода и дефицита тепла на территории России до 2025 и 2050 гг. по сравнению с нормой 1961–1990 гг. были использованы сценарные изменения климата, полученные в результате осреднения расчетов по трем моделям общей циркуляции: CGCM2, HadCM3 и ECHAM4. Во всех расчетах был использован сценарий эмиссии парниковых газов А2. Расчет двух исследуемых показателей, исходя из результатов моделирования климата будущего, проводился в соответствии с методикой, принятой Б. Г. Шерстюковым (см. раздел 2.1.2), которая отличается от использованной в работе (Instanes et al., 2005), в особенности в отношении затрат на отопление помещений. Результаты этих оценок представлены для продолжительности отопительного периода на рис. 3.2.3 и 3.2.4, а для затрат на отопление помещений — на рис. 3.2.5 и 3.2.6.

Сравнение результатов модельных оценок относительного изменения продолжительности отопительного периода и затрат на отопление помещений в XXI веке, приведенных на рис. 3.2.1 и 3.2.2, указывают на существенную зависимость результатов оценки от климатической модели, с помощью которой проводился расчет будущего климата при принятом сценарии антропогенного воздействия на глобальный климат. На рисунках для одинаковых моментов времени в будущем видны явные различия не только в региональных деталях, но и в доминирующих тенденциях.

### 3. ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XXI В.

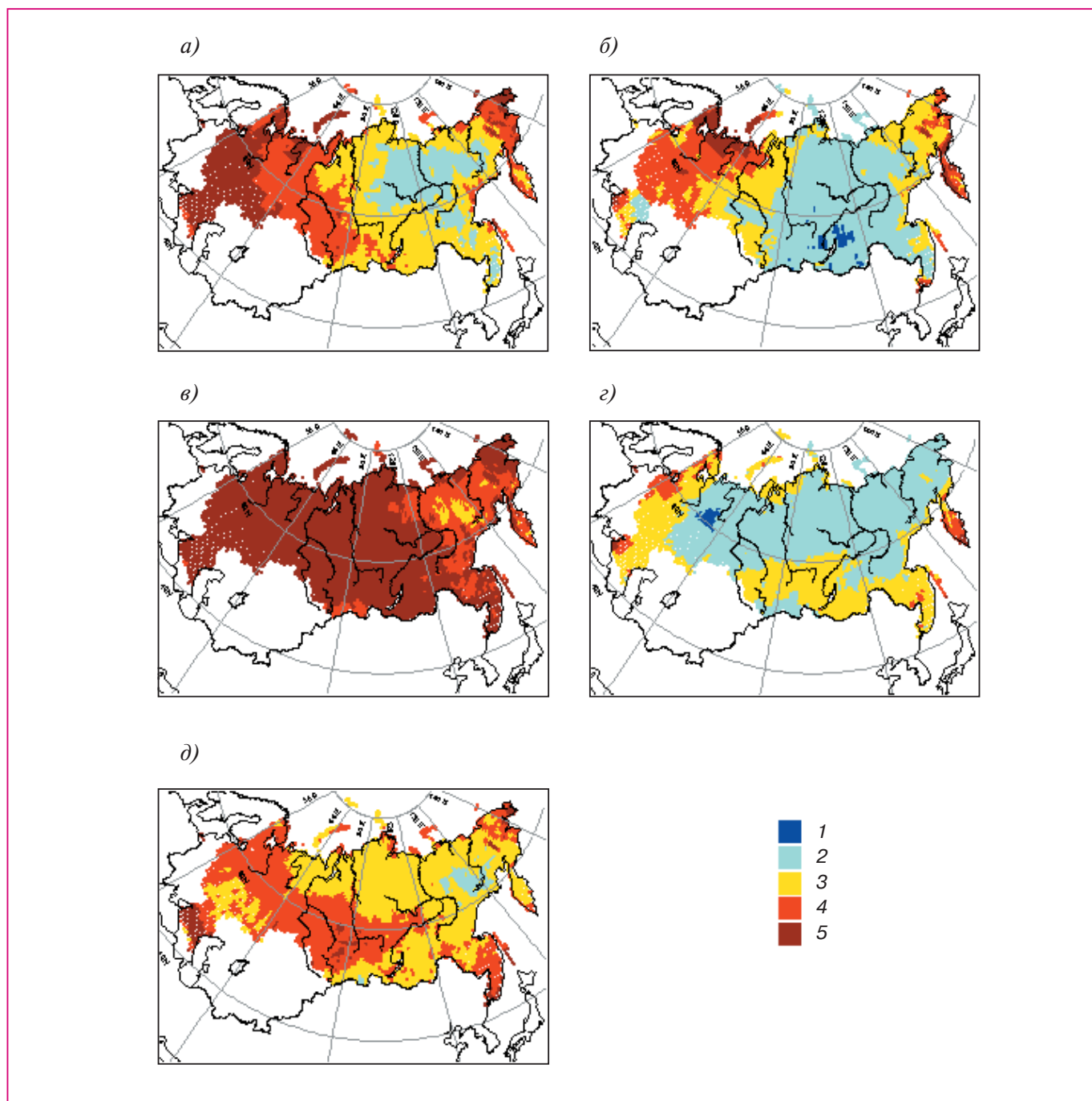


**Рис. 3.2.1.** Прогнозируемое изменение (%) продолжительности отопительного периода к 2050 г. по сравнению с нормой 1961–1990 г. (Instanes et al., 2005, с дополнениями О. А. Анисимова). а) модель CGCM2; б) HadCM3; в) ECHAM4; г) CSM\_1.4; д) GFDLR30; 1) 1–5%; 2) 5–10%; 3) 10–15%; 4) 15–20%; 5) 20–100%.

Осредненные оценки, полученные с использованием мультимодельного среднего климата будущего (рис. 3.2.3–3.2.6), дают менее изменчивую в пространстве картину, обладают меньшей мозаичностью. Эти результаты можно суммировать следующим образом. По сравнению с нормой 1961–1990 гг. на большей части территории России продолжительность отопительного периода

сократится не более чем на 5% к 2025 г. и на 5–10% к середине XXI века. На юге и западе Европейской территории России, в некоторых северных и дальневосточных районах (например, на Камчатке, Чукотке) ожидаемое уменьшение продолжительности отопительного периода в 1,5–2 раза больше, чем в среднем по стране. Прогнозируемые относительные изменения затрат на

### 3. ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XXI В.



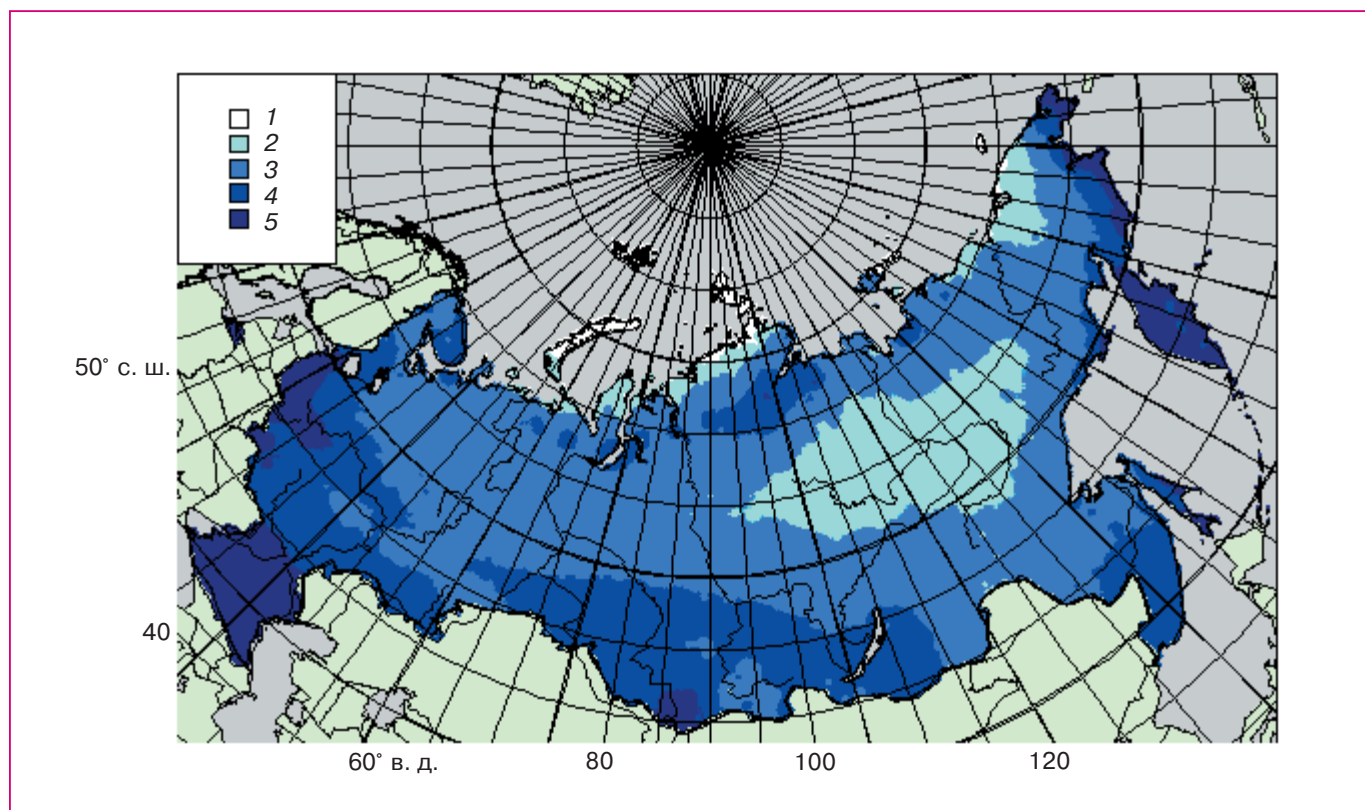
**Рис. 3.2.2.** Прогнозируемое изменение (%) дефицита тепла к 2050 г. по сравнению с нормой 1961–1990 г. (Instanes et al., 2005, с дополнениями О. А. Анисимова). Пояснения те же, что на рис. 3.2.1.

отопление помещений (индекс потребления топлива) имеют те же пространственные закономерности, но характеризуются приблизительно вдвое большими значениями.

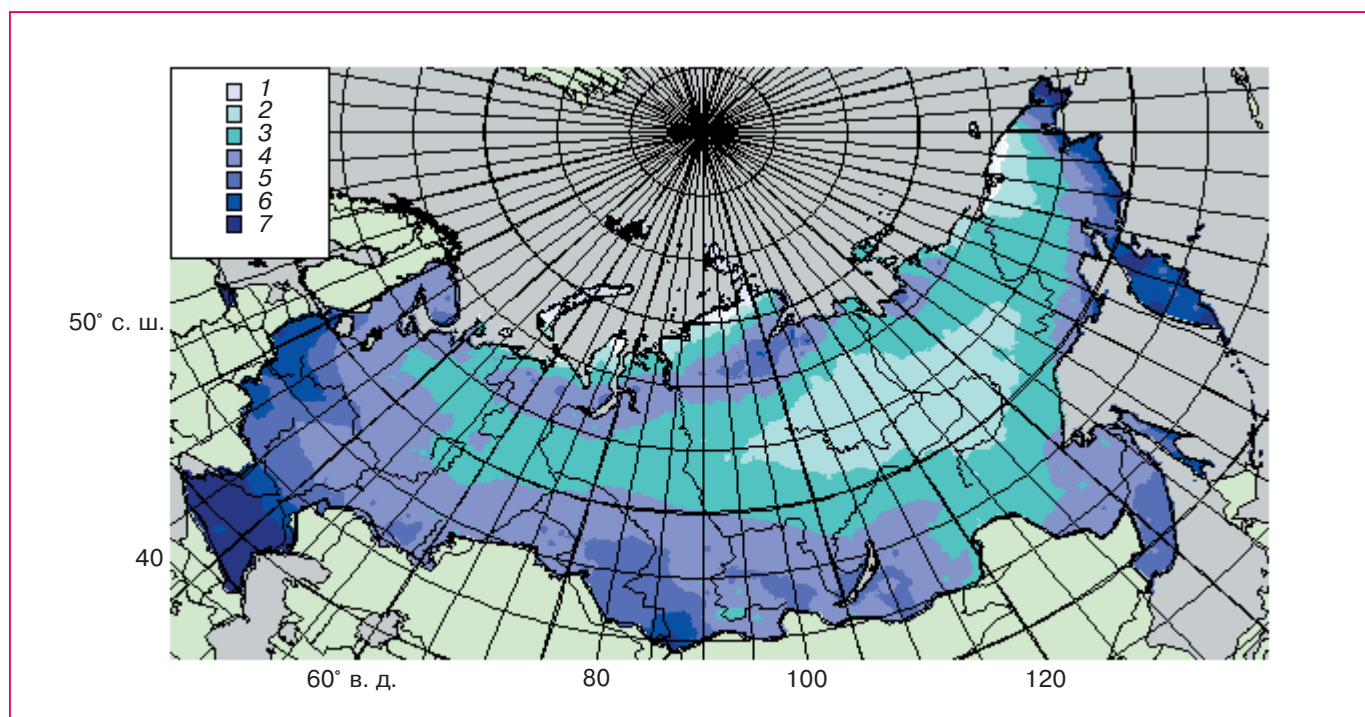
Помимо отопительного сезона, который характеризует период низкой температуры, важную роль играет период наиболее высокой температуры. Она отрицательно влияет на здоровье людей, и кондиционирование помещений с целью пони-

жения температуры требует определенных затрат. Согласно оценкам А. А. Александровой (2006), к 2015 г. на территории России температура наиболее жарких суток календарного года заметно повысится, что приведет к увеличению затрат на кондиционирование (главным образом промышленных предприятий). Продолжительность периодов наиболее высокой температуры увеличится (рис. 3.2.7).

### 3. ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XXI В.

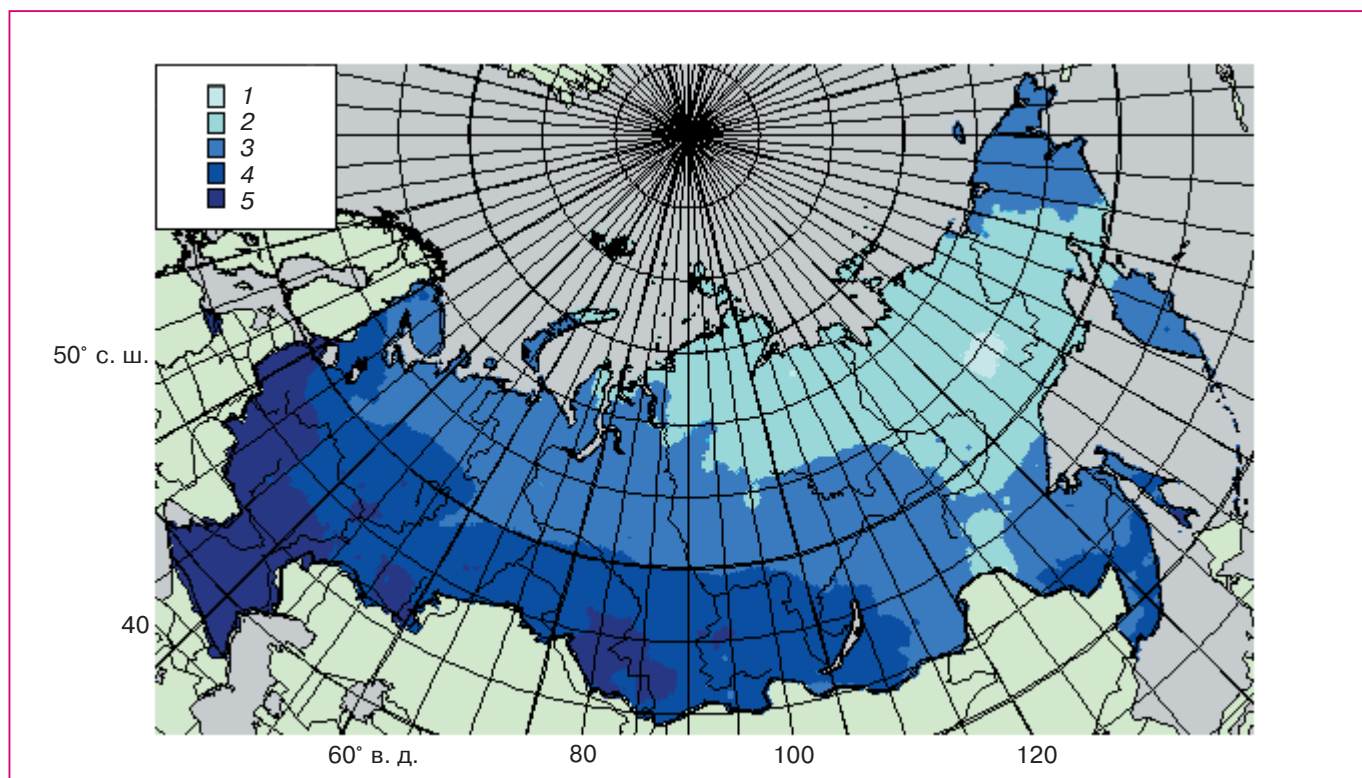


**Рис. 3.2.3.** Изменение (%) продолжительности отопительного периода на территории России к 2025 г. по сравнению с нормой 1961–1990 г. (Шерстюков, 2007). 1) 0...–1,9; 2) –2...–3,9; 3) –4...–5,9; 4) –6...–7,9; 5) –8...–10.

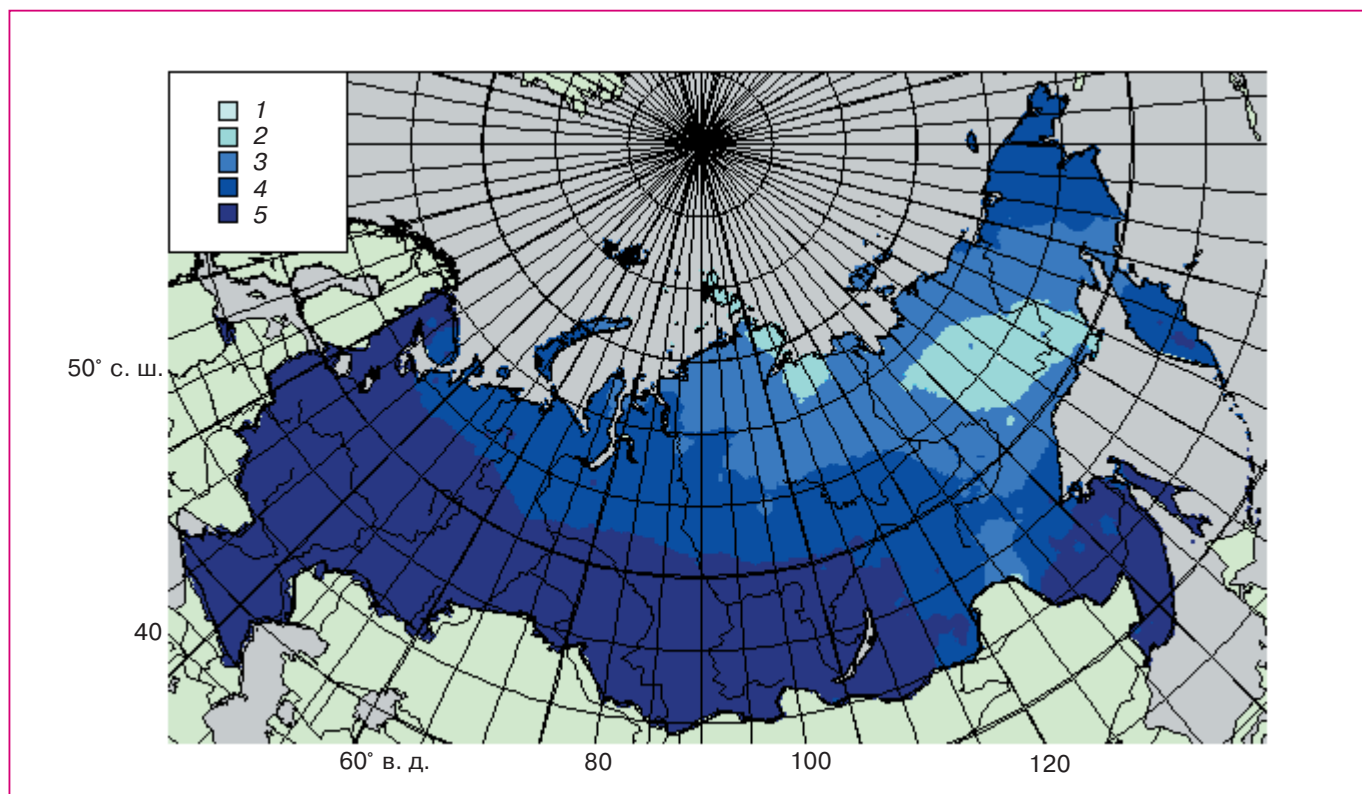


**Рис. 3.2.4.** Изменение (%) продолжительности отопительного периода на территории России к 2050 г. по сравнению с нормой 1961–1990 г. (Шерстюков, 2007). 1) 0...–3,9; 2) –4...–5,9; 3) –6...–7,9; 4) –8...–9; 5) –10...–11,9; 6) –12...–13,9; 7) –12...–14.

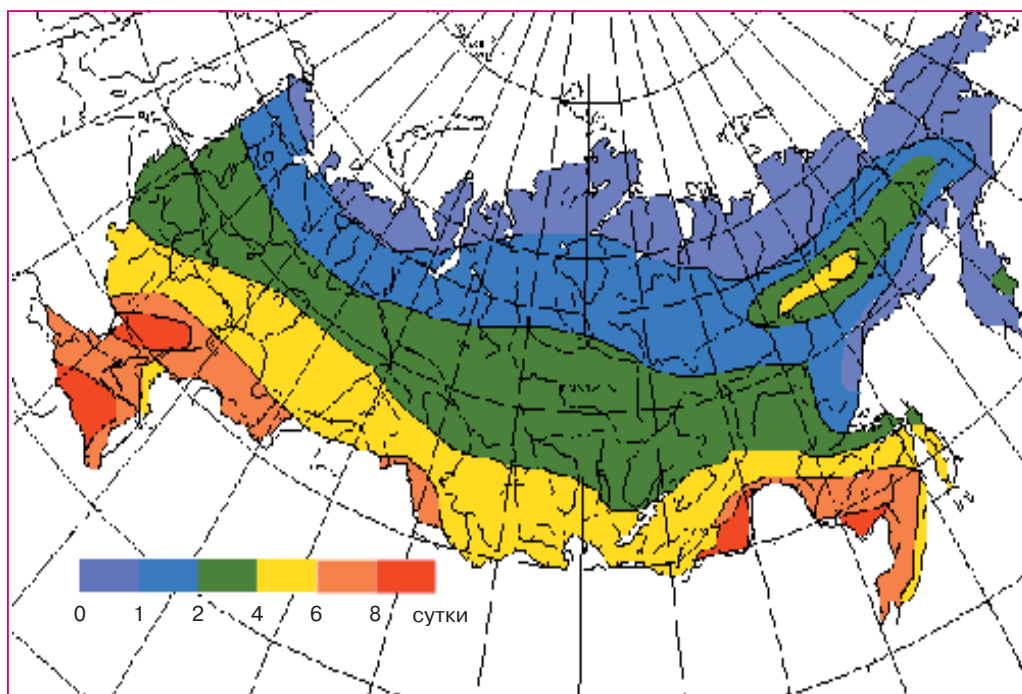
### 3. ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XXI В.



**Рис. 3.2.5.** Изменение (%) индекса потребления топлива на территории России к 2025 г. по сравнению с нормой 1961–1990 г. (Шерстюков, 2007). 1) –4...–5,9; 2) –6...–7,9; 3) –8...–9,9; 4) –10...–11,9; 5) –12...–14.



**Рис. 3.2.6.** Изменение (%) индекса потребления топлива на территории России к 2050 г. по сравнению с нормой 1961–1990 гг. (Шерстюков, 2007). 1) –6...–7,9; 2) –8...–9,9; 3) –10...–11,9; 4) –12...–13; 5) –14...–16.



**Рис. 3.2.7.** Ожидаемое к 2015 г. увеличение максимальной продолжительности (сутки) периодов года с температурой выше 25°C (Материалы к стратегическому прогнозу..., 2005).

#### 3.2.2. Механические воздействия на здания и сооружения

Увеличение повторяемости оттепелей и появление оттепелей в районах, где они ранее не наблюдались, приведет к сокращению долговечности зданий в северных районах в 2 раза (Кузнецов, Кобышева, 2004).

Вследствие изменения режима осадков и температуры воздуха в приповерхностном слое атмосферы существенно изменится режим накопления и таяния снега. Снеговые нагрузки должны существенно увеличиться на северной части территории России. Увеличение нагрузок, превышающих предусмотренные проектом, приведет к дополнительному риску разрушения зданий и сооружений.

Гололедные нагрузки в Северо-Западном федеральном округе увеличатся незначительно, так как здесь преобладает кристаллическая изморозь, и, хотя при потеплении повторяемость более плотных отложений увеличится, уменьшение скорости ветра не будет благоприятствовать росту плотных отложений. Аналогичная картина будет наблюдаться в Центральном, Уральском и в Сибирском федеральных округах. Гололедная нагрузка должна значительно увеличиться в Южном, Приволжском и Дальневосточном федеральных округах. На Дальнем Востоке произойдет увеличение отложения мокрого снега, и поэтому здесь возможно увеличение гололедной нагрузки, особенно значительное в прибрежных районах.

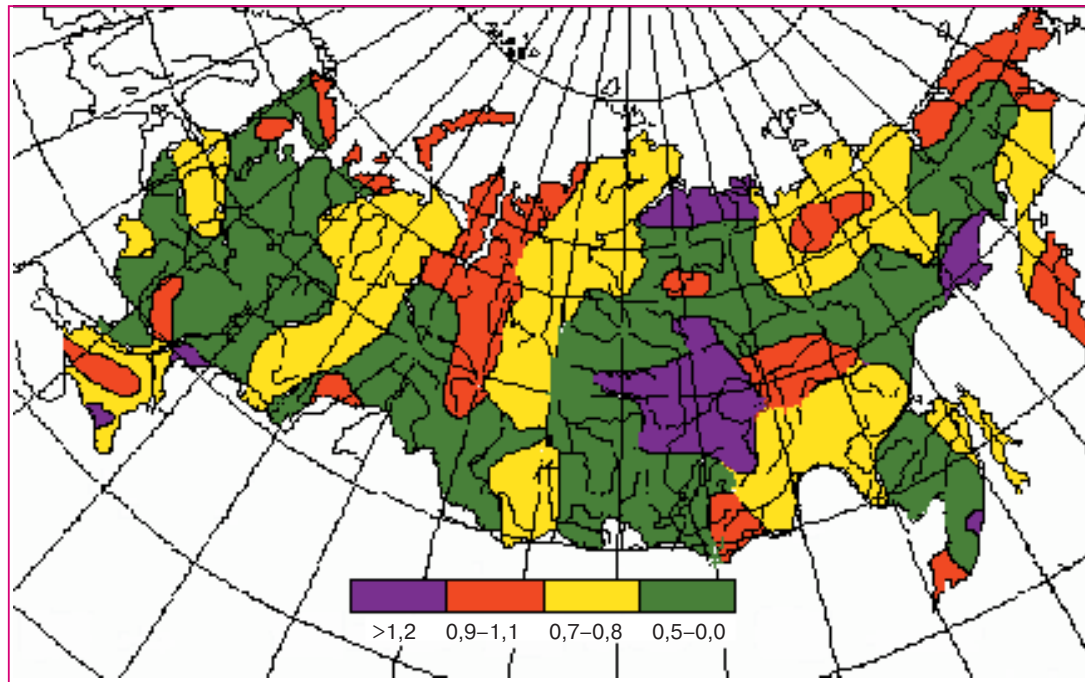
Ветровые нагрузки будут почти повсеместно уменьшаться. Судя по тенденциям уменьшения средних скоростей ветра последнего десятилетия XX века, увеличение ветровых нагрузок возможно лишь в некоторых районах Восточной Сибири (рис. 3.2.8).

Увеличение меженных расходов и уровней воды в реках в условиях уменьшения промерзания почвогрунтов будет способствовать повышению уровня грунтовых вод и подтоплению равнинных территорий Европейского севера, северо-запада и Верхней Волги, что приведет к серьезным негативным последствиям, в частности к ускорению деформации и разрушению фундаментов разного рода зданий и технических сооружений.

Главная опасность подтоплений состоит в воздействии на фундаменты и ослаблении несущей способности окружающих их грунтов, что со временем может вызывать деформацию зданий и технических сооружений (вплоть до разрушения). Заметим, что от подтопления серьезно страдают ценнейшие исторические памятники и архитектурные ансамбли Русского севера и Золотого кольца (Государственный доклад..., 2006).

Водонасыщение грунтов негативно скажется на их технических свойствах, что затруднит производство строительных работ и эксплуатацию сооружений, приведет в конечном итоге к существенному росту эксплуатационных расходов. Подтопление городов, расположенных на лессовых породах, вызовет просадки. В лессах они

### 3. ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XXI В.



**Рис. 3.2.8.** Отношение ветровой нагрузки за последнее десятилетие XX века к ее среднему многолетнему значению в 1961–2000 гг. (Материалы к стратегическому прогнозу..., 2005).

возникают даже при незначительном (2–5%) увеличении влажности. Их величина может меняться в широких пределах — от 0,1 до 2,5–3 м. Просадки лессовых грунтов, оседание поверхности земли вызывают деформацию зданий и технических сооружений и последующее их разрушение. Такие тенденции уже наметились. Так, в Запорожье от просадок лессов уже деформировано 900 зданий.

Изменение гидрогеологических условий в связи с подтоплением приводит к трансформации карстовых процессов. Техногенный карст отличается от природного меньшей глубиной и площадью распространения, большей скоростью развития и интенсивностью проявления карстовых форм. Он может возникать там, где раньше не проявлялся, но где имеются растворимые горные породы. Формы проявления техногенного карста самые различные — от повышенной трещиноватости и кавернозности до возникновения провалов.

В России проложено около 50 тыс. км нефтепроводов и около 150 тыс. км газопроводов, пересекающих многие сотни и тысячи рек. Безаварийная эксплуатация переходов трубопроводов через реки во многом определяется деформациями дна и берегов реки, которые в свою очередь зависят от режима речного стока. Ожидаемые в связи с изменением климата увеличение годового и сезонного стоков, изменение ледового режима могут интенсифицировать размыв русел и приве-

сти к более раннему наступлению аварийных ситуаций на подводных участках трубопроводов, к созданию предпосылок экологических катастроф при разрыве трубопроводов и разливе нефти и выбросе газа. Ситуация обостряется тем, что многие трубопроводы построены еще до 1980-х годов, и проектный срок их эксплуатации, рассчитанный для условий стационарного климата, практически заканчивается.

Места наиболее проблемных подводных переходов трубопроводов расположены в Приволжском федеральном округе в бассейнах Верхней и Средней Волги, на малых и средних реках (области Нижегородская, Оренбургская, Самарская, Саратовская, Ульяновская, Пермский край, Республики Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Удмуртия и Чувашия); во всех субъектах Российской Федерации Южного федерального округа; в Тюменской области Уральского федерального округа; в Красноярском крае, в областях Новосибирская, Омская, Томская, Иркутская Сибирского федерального округа; в Хабаровском крае и в Сахалинской области Дальневосточного федерального округа.

#### 3.2.3. Сухопутный транспорт

В связи с дальнейшим потеплением при учащении заморозков и оттепелей увеличится повторяемость гололедицы на дорогах. Прежде всего, это относится к большей части территории Севе-

### 3. ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XXI В.

ро-Западного, Центрального, Уральского и Приволжского федеральных округов, а также к центральным частям Сибирского и Дальневосточного федеральных округов.

В высоких широтах в отдельные месяцы начала и конца зимы могут таять “зимники”, создавая опасность для движения по дорогам.

На юге Уральского и Сибирского федеральных округов возможно увеличение повторяемости пыльных бурь, а также схода снежных лавин, что также увеличивает риски для наземного транспорта.

#### 3.2.4. Состояние зданий и сооружений в районах многолетней мерзлоты

В связи с ожидаемым потеплением на территории России в XXI веке серьезную опасность может представлять дальнейшее уменьшение прочности и ослабление несущей способности фундаментов из-за деградации многолетнемерзлых грунтов (далее называемых многолетней мерзлотой). Так, по данным работы (Weller and Lange, 1999), их несущая способность будет заметно уменьшаться при увеличении температуры воздуха в приповерхностном слое атмосферы в диапазоне от 0,5

до 2,0°С по отношению к значениям конца XX века. Это приведет, в частности, к уменьшению ресурса фундаментов зданий и сооружений в некоторых районах Крайнего Севера (табл. 3.2.1).

Оценка возможных региональных проявлений этой тенденции выполнена с помощью индекса геокриологической опасности  $I_r$  (см. раздел 3.1.2). При расчете индекса геокриологической опасности были использованы данные о современных месячных нормах температуры воздуха и осадков, данные о процентном содержании льда в мерзлом грунте (один из входных параметров для оценки) в узлах регулярной сетки с шагом  $0,5 \times 0,5^\circ$ , а также перспективные оценки изменения температуры и осадков для середины XXI века, полученные по нескольким климатическим моделям. Методика расчетов, исходные данные и результаты описаны в ряде публикаций (Nelson et al., 2001, 2002; Анисимов, Белолуцкая, 2002; Анисимов, Лавров, 2004). Данные о процентном содержании льда в мерзлом грунте представляют собой электронный вариант геокриологической карты Международной ассоциации мерзлотоведения (Brown et al., 1997).

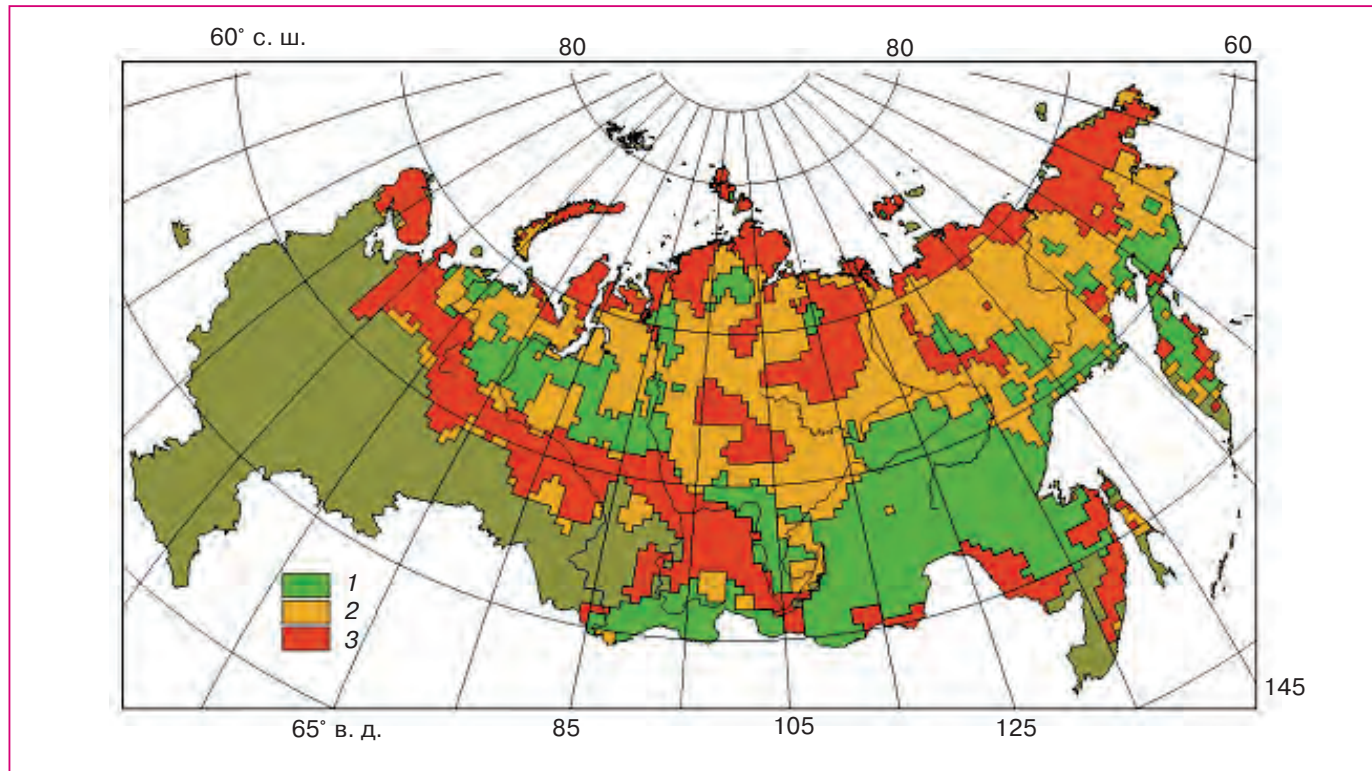
На рис. 3.2.9 приведена перспективная оценка геокриологической опасности, связанной с таяни-

**Таблица 3.2.1.** Уменьшение ресурса фундаментов строений в зависимости от года постройки по данным Л. Н. Хрусталева, опубликованным в работе (Weller and Lange, 1999)

Год постройки	Доля построек, выработавших свой ресурс прочности, %				
	1990	2000	2010	2020	2030
Воркута					
1950	10	18	39	44	60
1960	9	17	31	43	60
1970	7	15	29	42	59
1980	3	12	26	40	57
1990	0	9	24	38	56
Тикси					
1950	9	23	63	90	98
1960	7	20	62	90	98
1970	4	18	61	90	98
1980	2	16	60	90	98
1990	0	14	60	90	98
Якутск					
1950	8	28	72	94	100
1960	6	27	72	94	100
1970	4	25	71	94	100
1980	2	24	71	94	100
1990	0	22	70	94	100



### 3. ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XXI В.



**Рис. 3.2.9.** Перспективная оценка геокриологической опасности, связанной с таянием многолетней мерзлоты, для середины XXI века; использованы сценарий В1 и климатическая модель GFDL. 1 — устойчивая область, 2 — зона умеренных рисков, 3 — зона высокой геокриологической опасности.

ем многолетней мерзлоты и угрозой повреждения стоящих на ней зданий и сооружений. Расчет для середины XXI века проводился с использованием сценария В1 и модели GFDL. При использовании других известных сценариев антропогенного воздействия на глобальный климат и моделей получаются близкие результаты.

В область наибольших значений индекса геокриологического риска попадают Чукотка, бассейны верхнего течения Индигирки и Колымы, юго-восточная часть Якутии, значительная часть Западно-Сибирской равнины, побережье Карского моря, Новая Земля, а также часть островной мерзлоты на севере европейской территории. В этих районах имеется развитая инфраструктура, в частности газо- и нефтедобывающие комплексы, система трубопроводов Надым — Пур — Таз на северо-западе Сибири, Билибинская атомная станция и связанные с ней линии электропередач от Черского на Колыме до Певека на побережье Восточно-Сибирского моря.

Деграляция многолетней мерзлоты на побережье Карского моря может привести к значительному усилению береговой эрозии, в результате которой в настоящее время берег ежегодно отступает (см. раздел 2.8). Особую опасность представляет ослабление многолетней мерзлоты на Новой Зем-

ле в зонах расположения хранилищ радиоактивных отходов. В то же время на обширных территориях Якутии и Западной Сибири запас надежности инженерных сооружений и построек на многолетней мерзлоте, рассчитанных на эксплуатацию в современных климатических условиях, уменьшится незначительно.

В северной части зоны высокого риска наибольшую опасность представляет возможное повреждение фундаментов домов и сооружений на многолетней мерзлоте из-за уменьшения ее несущей способности.

В южной части зоны высоких рисков потенциальные опасности связаны главным образом с возможными неравномерными просадками грунта за счет таяния льда и выносом протаивающего материала с образованием термокарстовых просадочных воронок. Наибольшую опасность это представляет для линейных сооружений (дорог, взлетно-посадочных полос, трубопроводов), пересекающих участки с интенсивным развитием термокарста.

Все сказанное относится также и к районам умеренной геокриологической опасности, при этом интенсивность и пространственные масштабы деструктивных процессов в них будут меньше.

#### 3.2.5. Литература

- Александрова А. А., 2006.** Климатологическое обеспечение теплового режима зданий на северо-западе Европейской территории России, Автореферат на соискание ученой степени кандидата географических наук, СПб, 25 с.
- Анисимов О. А., 1999.** Влияние антропогенного изменения климата на обогрев и кондиционирование зданий, *Метеорология и гидрология*, № 6, с. 10–17.
- Анисимов О. А., Белолуцкая М. А., 2002.** Оценка влияния изменения климата и деградации вечной мерзлоты на инфраструктуру в северных регионах России, *Метеорология и гидрология*, № 6, с. 15–22.
- Анисимов О. А., Лавров С. А., 2004.** Глобальное потепление и таяние вечной мерзлоты: оценка рисков для производственных объектов ТЭК, *Технологии ТЭК*, № 3, с. 78–83.
- Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году”, 2006.** М., АНО “Центр международных проектов”, 500 с.
- Ефимова Н. А., Байкова И. М., Лаперье В. С., 1992.** Влияние потепления климата на режим отопления зданий, *Метеорология и гидрология*, № 12, с. 95–98.
- Ефимова Н. А., Байкова И. М., 1994.** Влияние потепления зимних сезонов на расход топлива, *Метеорология и гидрология*, № 5, с. 91–93.
- Кузнецов Е. П., Кобышева Н. В., 2004.** Качество теплоснабжения городов, СПб, ПЭИПК, 293 с.

- Материалы к стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 гг. и их влияние на отрасли экономики России, 2005.** М., Росгидромет, 28 с.
- Шерстюков Б. Г., 2007.** Климатические условия отопительного периода в России в XX и XXI веках, *Труды ГУ ВНИИГМИ-МЦД*, вып. 173, с. 163–170.
- Brown J., Ferrians O. J., Heginbottom J. A., and Melnikov E. S., 1997.** Circum-Arctic map of permafrost and ground ice conditions, *Circum-Pacific Map Series*.
- Instanes A., Anisimov O., Brigham L., Goering D., Ladanyi B., Larsen J. O., and Khrustalev L. N., 2005.** Infrastructure: Buildings, support systems, and industrial facilities, in: *Arctic Climate Impact Assessment, ACIA*, Ch. 16, Cambridge, Cambridge University Press.
- Nelson F. E., Anisimov O. A., and Shiklomanov N. I., 2001.** Subsidence risk from thawing permafrost, *Nature*, No. 410, pp. 889–890.
- Nelson F. E., Anisimov O. A., and Shiklomanov N. I., 2002.** Climate change and hazard zonation in the circum-Arctic permafrost regions, *Natural Hazards*, vol., 26, No. 3, pp. 203–225.
- Weller G. and Lange M. (eds.), 1999.** Impacts of global climate change in the Arctic regions, Report from a Workshop on the Impacts of Global Change, Center for Global Change and Arctic System Research, University of Alaska, Fairbanks, Tromse, Norway, 59 p.

### 3.3. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

*Ведущий автор: О. Д. Сиротенко*  
*Авторы: Е. В. Абашина, В. Н. Павлова, Е. Н. Попова, В. А. Романенков*  
*Редактор-рецензент: А. И. Страшная*

#### 3.3.1. Общие замечания

Вопрос об оценке изменений климата для сельского хозяйства был поставлен еще в середине 1970 г. по инициативе М. И. Будыко и Ю. А. Израэля. В этой связи Г. В. Менжулиным (1984) и другими исследователями выполнен цикл методических и оценочных исследований, опирающихся на палеоклиматические сценарии изменения климата, которые не потеряли своего значения и в настоящее время (Будыко, Израэль, 1987; Будыко и др., 1991). В дальнейшем использовались главным образом сценарии, рассчитанные по моделям теории климата, а также привлекались динамические модели “Погода — урожай”, с помощью которых получены перспективные оценки влияния изменений климата на сельское хозяйство России (Сиротенко и др., 1990; Сиротенко, Абашина, 1994;

Сиротенко, Павлова, 1994; Сиротенко и др., 1995; Сиротенко, Абашина, 1998; Сиротенко, 2005).

Наиболее полной глобальной сводкой результатов исследований по проблеме является Третий оценочный доклад МГЭИК, вклад Рабочей группы II (Climate Change 2001, 2001). Имеющиеся там оценки развиты и уточнены во вкладе Рабочей группы II в Четвертый оценочный доклад МГЭИК (Climate Change, 2007, 2007a, 2007b). В последнее время появились также новые значительные оригинальные работы в этой области — по оценке влияния изменений климата на мировое сельское хозяйство (Lobell and Field, 2007) и для стран Европы и США (Александров, 2006).

#### 3.3.2. Ожидаемые изменения агроклиматических ресурсов и продуктивности сельского хозяйства

Детальные данные о возможных изменениях агроклиматических условий на Европейской территории России к 2030 г. при реализации сценария