

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

нейшему протаиванию грунта вдоль скважины или опоры. Засоленные грунты широко распространены на морских террасах вдоль Арктического побережья, в частности на п-ове Ямал в районах перспективных нефте- и газовых месторождений, поскольку в периоды океанических трансгрессий прошлых эпох эти территории находились под водой, и происходило накопление солевых осадков (Анисимов, Лавров, 2004).

2.2.5. Литература

- Александрова А. А., 2006.** Климатологическое обеспечение теплового режима зданий на северо-западе Европейской территории России. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук, СПб, 25 с.
- 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.
- Варганова О. В., 1998.** Методические подходы к оценке надежности и экологической безопасности промысловых трубопроводов, Нефтяное хозяйство, № 11, с. 47–48.
- Ефимова Н. А., Байкова И. М., Лаперье В. С., 1992.** Влияние потепления климата на режим отопления зданий, Метеорология и гидрология, № 12, с. 95–98.
- Заварина М. В., 1976.** Строительная климатология, Л., Гидрометеиздат, 312 с.
- Кузнецов Е. П., Кобышева Н. В., 2004.** Качество теплоснабжения городов, СПб, ПЭИПК, 293 с.
- Мещерская А. В., 2006.** Изменение скорости ветра на севере России во второй половине XX века по приземным и аэрологическим данным, Метеорология и гидрология, № 9, с. 46–58.
- Мирвис В. М., 1999.** Оценка изменений температуры воздуха на территории России за последнее столетие, в сб.: Современные исследования

- Главной геофизической обсерватории, т. 1, СПб, Гидрометеиздат, с. 220–235.
- Мирвис В. М., Гусева И. П., 2007.** Изменение в режиме оттепелей на территории России, Труды ГГО (в печати).
- Николаев Н. Н., 1999.** Основные причины возникновения аварийных отказов на магистральных трубопроводах, Нефть и газ, Известия вузов, Тюменский государственный университет, № 2, с. 77–81.
- Отопление, вентиляция и кондиционирование. СНиП 2.04.05-86, 1987.** М., Госстрой.
- Семенов Ю. А., 2005.** Нагрузочные климатические ресурсы, в кн.: Энциклопедия климатических ресурсов, СПб, Гидрометеиздат, 319 с.
- Шевкунова Э. И., Пафнурова Ю. А., Исмагилова Д. М., 2005.** Опасные метеорологические явления на пространстве Российской Федерации, в сб.: Климатические ресурсы и методы их представления, Сборник докладов конференции, СПб, Гидрометеиздат, с. 203–208.
- Шерстюков Б. Г., 2007.** Климатические условия отопительного периода в России в XX и XXI веках, Труды ГУ ВНИИГМИ-МЦД, вып. 173, с. 163–170.
- 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, Chapter 16, Cambridge, Cambridge University Press.
- 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, Published by Center for Global Change and Arctic System Research, University of Alaska, Fairbanks, Tromse, Norway, 59 p.

2.3. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ведущий автор: О. Д. Сиротенко

Авторы: Е. В. Абашина, В. Н. Павлова, Е. Н.

Попова

Редактор-рецензент: А. И. Страшная

2.3.1. Вводные замечания

Производство сельскохозяйственной продукции базируется на биопродукционном потенциале природной среды. Климат является важнейшим фактором, его определяющим. До недавнего времени оценки фактического состояния сельского хозяйства, а также перспективные оценки

строились, исходя из постоянства климата. В связи с наблюдаемым беспрецедентно быстрым изменением глобального климата в конце XX — начале XXI века допущение о его постоянстве стало явно нереалистичным. Оно не может более служить основой для принятия решений о развитии аграрного сектора экономики России на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Новый подход, учитывающий фактические и будущие изменения климата, отражен в ряде публикаций, основными из которых являются следующие: Влияние глобальных изменений природной среды и климата..., 1998; Глобальные проявления

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

изменений климата..., 2004; Иванов, 2004; Материалы к стратегическому прогнозу изменений климата РФ..., 2005.

В данном разделе оценивается воздействие наблюдаемых изменений климата на продукцию растениеводства в России, а также на ареалы некоторых насекомых — вредителей сельскохозяйственных растений, которые наносят заметный ущерб урожаю сельскохозяйственных культур.

2.3.2. Наблюдаемые изменения агроклиматических условий

Для оценки влияния наблюдаемых изменений климата на состояние и продуктивность сельскохозяйственных растений используются прикладные климатические показатели (индексы). Они вычисляются, исходя из значений наблюдаемых метеорологических величин — температуры, суммы осадков и т. д., — и характеризуют агроклиматическую составляющую климата.

В табл. 2.3.1 представлены значения линейного тренда (средней скорости изменения за 10 лет) в период 1975–2004 гг. для следующих показателей:

- средние значения температуры января и июля;
- амплитуда годового хода температуры воздуха в приповерхностном слое атмосферы (разность средних значений температуры июля и января);
- сумма за календарный год среднесуточных значений температуры за период, в котором они выше 10°C (сумма активных температур);
- даты перехода среднесуточной температуры через 10°C;
- продолжительности периодов года со среднесуточными значениями температуры выше 10°C и от 5 до 15°C;
- гидротермический коэффициент Селянинова (*ГТК*), коэффициент увлажнения Чиркова (*КУ*), индекс сухости Будыко (*ИС*); определения этих показателей даны в разделе 2.1.3.

Приведенные в табл. 2.3.1 данные — средние значения тренда по выделенным регионам.

В дополнение к осредненной по регионам информации, представленной в табл. 2.3.1, на рис. 2.3.1, 2.3.2 и 2.3.3 представлено пространственное распределение значений трендов в картографической форме для некоторых из упомянутых выше агроклиматических индексов.

Для средней температуры июля наблюдается определенная закономерность пространственного распределения тренда — вдольширотное чередование (т. е. чередование вдоль широтных линий) областей, вытянутых в меридиональном направлении, с положительными и отрицательными значениями трендов (Ранькова, 2005; Сиротенко и др., 2007). Выделяются два сектора значительного

повышения средней температуры июля — западный (20–50° в. д.) и восточносибирский (90–130° в. д.). Между ними наблюдаются секторы слабого роста или даже падения температуры (уральский и дальневосточный соответственно). Максимальные значения скорости повышения июльской температуры (до 1–1,2°C за 10 лет) наблюдаются на территории Белоруссии и западных областей России, а также в Восточной Сибири. На востоке Европейской России и на Урале отмечается падение температуры июля со средней скоростью до –0,3°C за 10 лет.

Чередование областей с определенным знаком тренда температуры вдоль широтных линий не менее явно выражено в сельскохозяйственной зоне России и для температуры января, которая во многом определяет успешность перезимовки сельскохозяйственных культур. Температура января повышается со скоростью 1–1,5°C за 10 лет на большей части ЕТР за исключением северо-востока и Урала. Она уменьшается (со скоростью до –1°C за 10 лет) в ряде районов сельскохозяйственной зоны Западной Сибири, повышается на юге Восточной Сибири и снова понижается в отдельных районах Дальнего Востока (Амурская область). Подобное чередование трендов температуры воздуха нарушается лишь для температуры переходного осеннего периода. Максимальные значения скорости увеличения температуры осенью (до 1–1,3°C за 10 лет) отмечаются в Предуралье (Оренбургская область и прилегающие районы) и на Дальнем Востоке (Амурская область).

Максимальные скорости роста теплообеспеченности сельскохозяйственных культур, превышающие 150°C за 10 лет, приходится на западные районы Белоруссии и Прибайкалье. Зона слабого повышения и даже похолодания располагается на востоке и юго-востоке Европейской России, а менее выраженная — в отдельных районах Дальнего Востока (рис. 2.3.2а).

Можно заметить (табл. 2.3.1) высокую скорость роста теплообеспеченности сельскохозяйственных культур на территории Калининградской области (порядка 120°C за 10 лет), а также на территории Восточной Сибири (94°C за 10 лет). Вместе с тем обращает на себя внимание слабая тенденция к уменьшению теплообеспеченности, проявившаяся на территории Нижнего Поволжья (–17°C за 10 лет).

Для пространственного распределения трендов продолжительности вегетационного периода также характерно вдольширотное чередование: в западной части ЕТР продолжительность периода вегетации увеличивается (со скоростью до 6 суток за 10 лет на территории Калининградской области), а на востоке региона — уменьшается, хотя и с

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Таблица 2.3.1. Линейный тренд агроклиматических показателей (средняя скорость изменения за 10 лет) в 1975–2004 гг. по регионам России (Сиротенко и др., 2007). Размерность тренда: для характеристик термического режима — °С/10 лет, для дат и продолжительности периодов — сутки/10 лет; для сумм осадков — мм/10 лет; для коэффициентов увлажнения — мм/°С за 10 лет и индекса сухости — °С/мм за 10 лет

Регион	Показатель														
	Характеристики термического режима				Даты и характеристики продолжительности периодов				Сумма осадков				Коэффициенты		
	средняя температура		амплитуда годового хода температуры	сумма среднесуточных значений температуры больших 10°С	даты перехода среднесуточной температуры через 10°С		продолжительность периодов со значением среднесуточной температуры		зима	весна	лето	осень	ГТК	КУ	ИС
	январь	июль			весна	осень	> 10°С	5–15°С							
Северный	0,69	0,79	0,10	55	0,5	1,3	0,8	–	8,3	3,9	–3,6	–4,1	–0,09	–0,04	0,01
Северо-Западный	1,13	0,95	–0,18	72	–0,3	1,5	1,8	1,7	4,1	5,4	4,2	–2,0	–0,03	–0,01	0,01
Калининградский	0,57	0,72	0,15	123	–4,0	2,2	6,2	1,6	3,8	2,0	2,9	6,0	–0,03	–0,04	0,00
Центральный	1,15	0,90	–0,25	33	–0,1	0,7	0,9	3,7	–1,6	–2,9	–5,4	7,1	–0,08	–0,04	0,01
Волго-Вятский	1,01	0,84	–0,17	15	2,2	0,9	–1,3	1,7	0,9	1,3	–6,8	–0,6	–0,09	–0,04	0,00
Центрально-Черноземный	1,32	1,05	–0,27	57	–1,1	1,3	2,3	3,3	–6,8	2,0	–6,9	11,6	–0,08	–0,04	0,01
Поволжье, север	1,25	0,74	–0,51	28	1,3	2,0	0,7	3,8	7,3	9,4	–7,2	8,4	–0,07	0,00	–0,03
Поволжье, юг	1,04	0,37	–0,67	–17	1,6	1,9	0,2	4,4	–2,4	4,4	3,2	9,4	0,01	0,02	–0,13
Северный Кавказ	0,74	0,60	–0,14	75	–0,1	3,1	3,1	3,6	–2,0	4,6	17,2	21,2	0,06	0,05	–0,05
Уральский	0,64	0,45	–0,19	23	–0,3	0,1	0,3	–4,2	4,8	10,2	5,7	5,8	0,00	0,03	–0,04
Западно-Сибирский	0,15	0,09	–0,06	77	–4,4	–0,7	3,7	–1,1	6,9	2,7	3,2	3,4	0,01	–0,01	0,00
Восточно-Сибирский	0,85	0,57	–0,28	94	–3,1	0,2	3,2	–2,1	1,9	0,9	7,5	5,0	0,00	–0,02	0,01
Дальневосточный	0,95	0,01	–0,94	43	–2,3	1,6	3,9	3,8	3,1	1,4	4,1	2,2	0,05	0,01	0,01

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

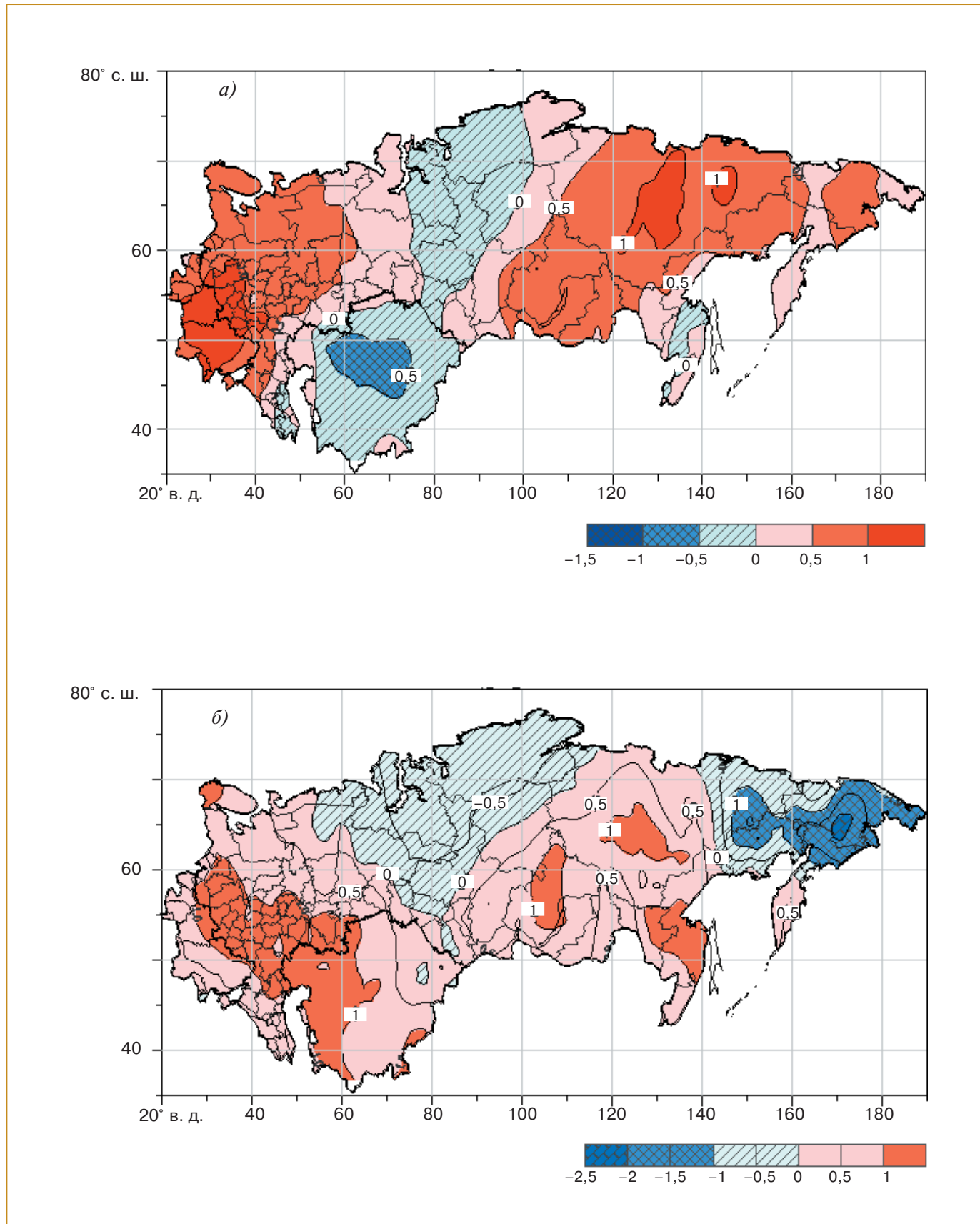


Рис. 2.3.1. Линейный тренд (°C/10 лет) средней температуры июля (а) и января (б) в 1975–2004 гг.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

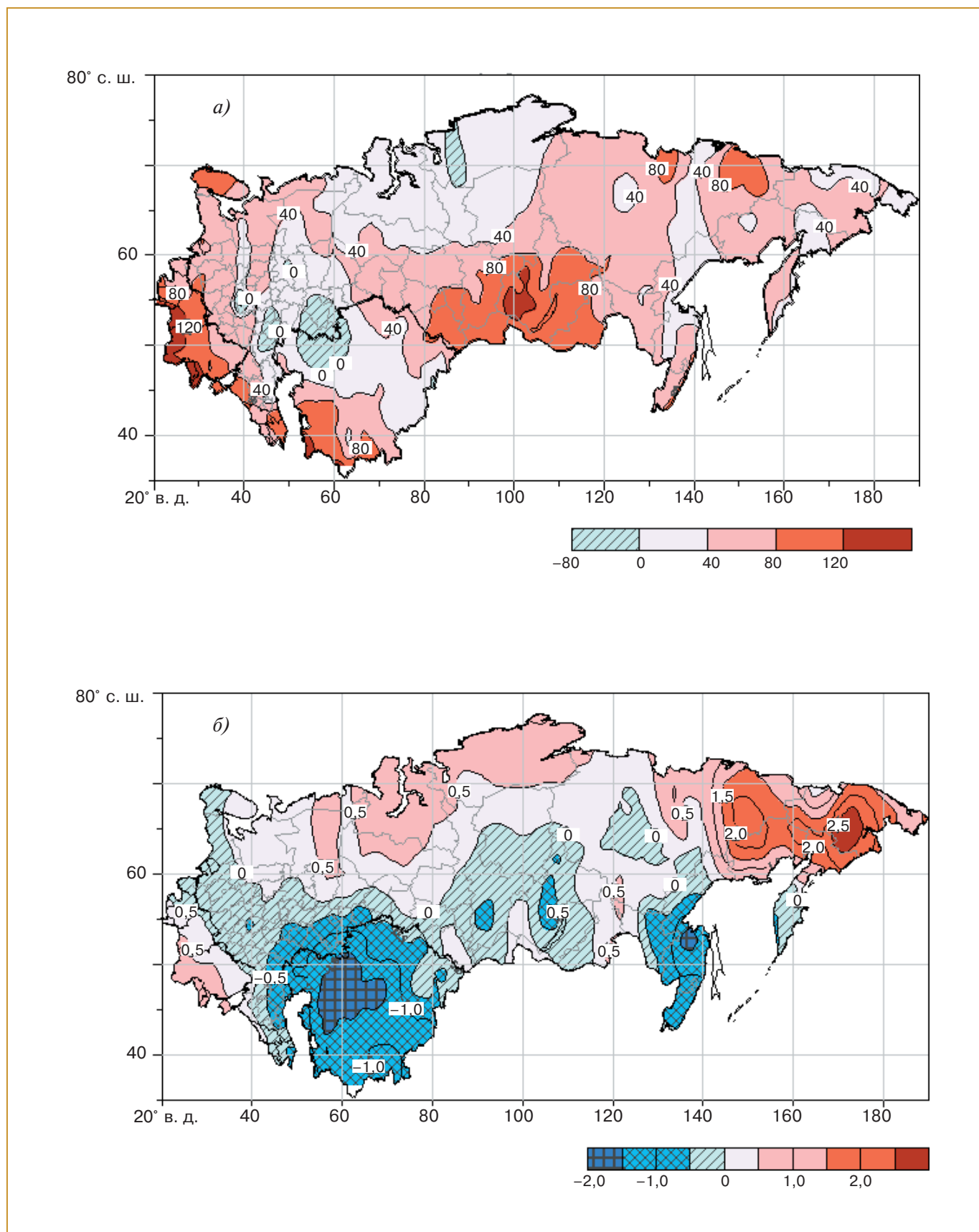


Рис. 2.3.2. Линейный тренд ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) суммы среднесуточных значений температуры больших 10°C (а) и амплитуды годового хода температуры (б) в 1975–2004 гг.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

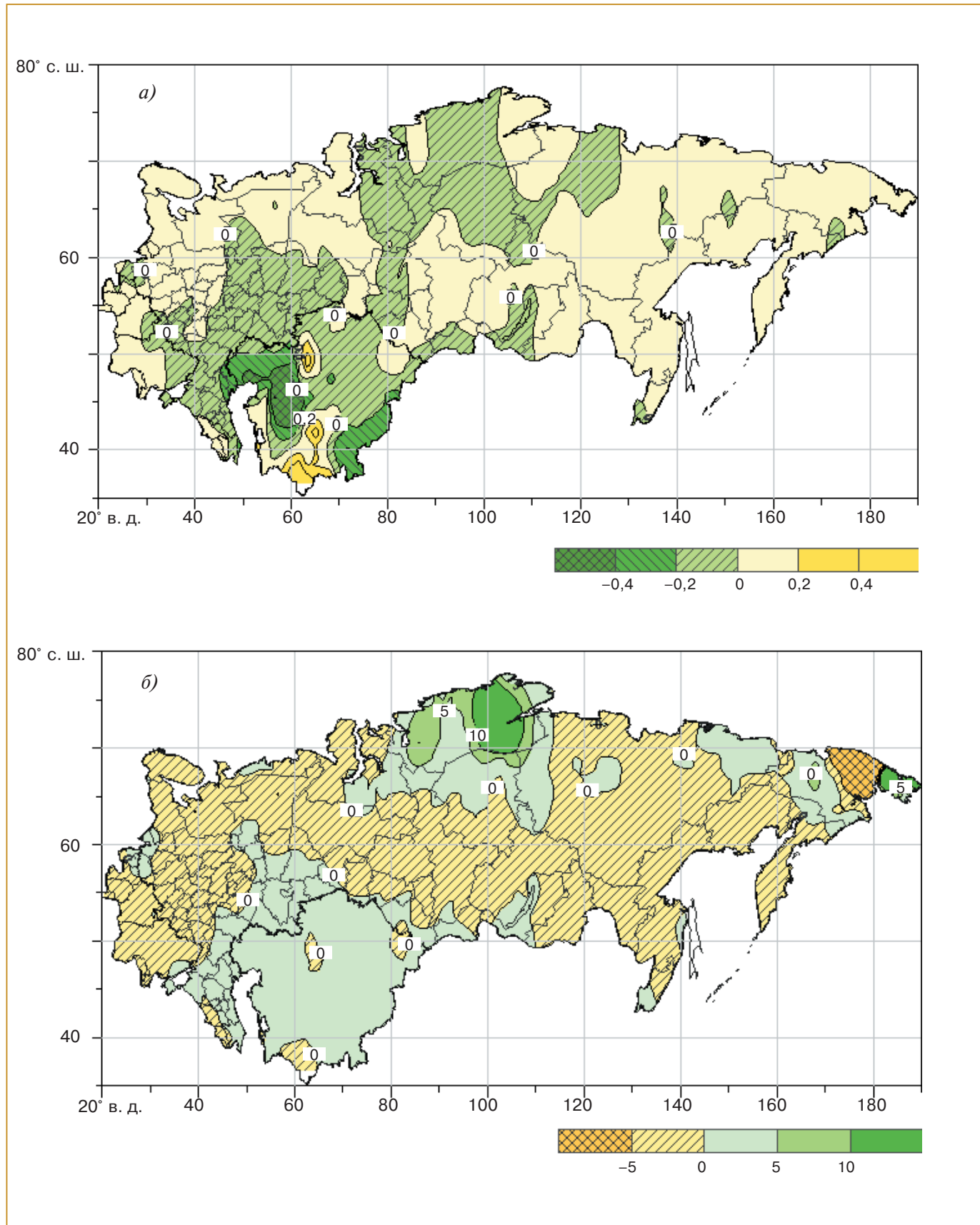


Рис. 2.3.3. Линейный тренд индекса сухости ИС (а; °С/мм за 10 лет) и коэффициента увлажнения КУ (б; мм/°С за 10 лет) за период с 1975 по 2004 г.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

меньшей по абсолютной величине скоростью. В Волго-Вятском районе продолжительность периода вегетации уменьшалась со средней скоростью 1,3 суток за 10 лет (табл. 2.3.1). На всей территории земледельческой зоны Сибири и Дальнего Востока наблюдалось увеличение продолжительности вегетационного периода со скоростью от 3 до 4 суток за 10 лет.

Большие внутригодовые различия значений температуры — следствие континентальности климата — способствуют формированию на территории России зоны рискованного земледелия, для которой характерна значительная неустойчивость урожаев. “Равномерное” потепление (или похолодание) не может изменить годовую амплитуду температуры и, следовательно, степень континентальности климата. Как видно на рис. 2.3.2б, для современного потепления характерно уменьшение годовой амплитуды температуры, что ведет к уменьшению континентальности климата на территории земледельческой зоны России. Выделяются три зоны, где годовая амплитуда температуры уменьшается наиболее быстро. Это ЕТР (кроме северо-востока), южные районы Сибири и Дальнего Востока.

Многообразные экологические последствия существенного уменьшения годовой амплитуды температуры воздуха (до 3–5°C за последние 30 лет) нуждаются в специальном исследовании. Следует заметить, что максимальная урожайность зерновых культур на территории Европы достигнута в странах с наименее континентальным климатом — в Ирландии и Нидерландах (Гордеев и др., 2006).

По данным за последнее тридцатилетие XX века тенденция к увеличению продолжительности периода вегетации (период календарного года с температурой воздуха выше 5°C) наблюдалась на большей части ЕТР (за исключением территории Южного федерального округа), а также на территориях Уральского и Сибирского федеральных округов (за исключением северных районов: п-ов Ямал, Таймыр и др.). В среднем изменения составили 5–10 суток за 30 лет. Однако на фоне увеличения продолжительности вегетационного периода во многих районах не наблюдалось увеличения продолжительности периодов без заморозков. Напротив, на значительных площадях северо-восточной части Северо-Западного федерального округа, в Центральном и Приволжском федеральных округах наблюдалось сокращение продолжительности периода без заморозков в среднем на 5–15 суток.

В подобной ситуации вместо возможного положительного эффекта от увеличения периода вегетации могут возникнуть весьма негативные для сельского хозяйства последствия, связанные с поражением растений заморозками. Можно ожи-

дать, что по мере развития потепления на севере России вероятность таких неблагоприятных явлений будет уменьшаться. Однако до 2015 г. опасность упомянутых неблагоприятных явлений сохраняется (Материалы к стратегическому прогнозу..., 2005).

Индекс сухости Будыко *ИС* — интегральный годовой показатель увлажненности. Коэффициент увлажнения Чиркова *КУ* и гидротермический коэффициент Селянинова *ГТК* — более специализированные показатели, характеризующие влагообеспеченность агроэкосистем при естественном увлажнении. При этом *КУ* представляет увлажненность почвы летнего периода с учетом осадков холодного периода года, а *ГТК* — лишь увлажненность летнего периода без учета начальных влагозапасов почвы.

На рис. 2.3.3а представлено пространственное распределение значений тренда индекса сухости Будыко в 1974–2005 гг. Как видно на рисунке, аридность южных и юго-восточных районов ЕТР за последние 30 лет уменьшилась или, по крайней мере, не повысилась. Этот вывод относится, прежде всего, к территории Северо-Кавказского, Поволжского и Уральского экономических районов. В Западной Сибири наблюдается уменьшение значений индекса сухости в западной части региона и некоторое увеличение в южных районах Алтайского края. В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке наблюдается слабое увеличение индекса сухости, хотя в отдельных районах (Прибайкалье, юг Приморского края) этот показатель уменьшается.

Распределение трендов коэффициента увлажнения *КУ* по регионам в целом соответствует распределению трендов индекса сухости *ИС* с учетом противоположных знаков этих показателей (см. табл. 2.3.1). Как видно на рис. 2.3.3б, наибольший рост *КУ* наблюдается на территории Северного Кавказа, значительной части Поволжья и на южном Урале, т. е. на территории, где в России производится более половины товарного зерна. Увеличение коэффициентов увлажнения отмечается также на юге Дальнего Востока. В сельскохозяйственных районах Западной Сибири трудно выделить преобладающую тенденцию изменения увлажненности. Коэффициент увлажнения *КУ* уменьшается также в центральных районах ЕТР и особенно сильно на юге Восточной Сибири. Для сельскохозяйственного производства отрицательную роль играет уменьшение увлажненности территории черноземного центра, доля которого в производстве зерна в России составляет 10–12%.

Данные о распределении трендов *ГТК* свидетельствуют о том, что увлажненность летнего периода за последние 30 лет уменьшалась на большей части ЕТР, за исключением Северного Кав-

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

каза, Нижнего Поволжья, Южного Урала и Зауралья. Уменьшение увлажненности летнего периода наблюдалось в южных районах Восточной Сибири.

2.3.3. Влияние изменения климата на продуктивность сельского хозяйства

В табл. 2.3.2 (Сиротенко и др., 2007) представлены качественные оценки изменений четырех агроклиматических условий, которые в комплексе определяют климатозависимую составляющую продуктивности растениеводства в России. Перечислим их в порядке убывания значимости: увлажненность, теплообеспеченность, термические условия холодного периода, континентальность климата. Наблюдаемое изменение климата ведет к изменению всех этих связанных между собой условий. Изменение каждого из них есть фактор, влияющий на продуктивность сельскохозяйственных растений. Знак плюс в табл. 2.3.2 означает, что данный фактор — произошедшее изменение данного условия — в данном регионе положительно влияет на сельскохозяйственное производство, а знак минус свидетельствует об отрицательном влиянии. Изменения первых трех условий можно оценить в единицах продуктивности. Что касается изменений степени континентальности климата, то агроклиматическая оценка этого фактора возможна пока лишь на качественном уровне. Приведем оценки изменений агроклиматических условий по регионам России, следуя результатам работ (Израэль, Сиротенко, 2003; Сиротенко, 2004; Сиротенко, Грингоф, 2006; Сиротенко и др., 2007).

Северо-Кавказский регион. Доля этого региона в производстве зерна в России максимальна — около 19%. Основные причины падения урожайности зерновых в отдельные годы — засухи весенне-летнего и осеннего периодов, а также вымерзание — наиболее частый вид повреждения озимых в этом регионе.

Как видно на рис. 2.3.1, на Северном Кавказе наблюдалось весьма быстрое повышение средней температуры января — интегральной характеристики условий зимовки. За последние 30 лет она повысилась более чем на 2°C (см. табл. 2.3.1). Сохранности озимых культур способствовало также увеличение увлажненности в осенний период практически на всей территории региона (увеличение осадков в среднем превысило 20 мм за 10 лет). Наблюдаемые за последние 30 лет уменьшение индекса сухости и увеличение коэффициента увлажнения (см. рис. 2.3.3) позволяют сделать однозначный вывод об улучшении влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в этом регионе.

Этот вывод подтверждают положительные тренды урожайности всех зерновых и зернобобо-

вых культур в этом регионе с 1975 по 2004 г. Изменения урожайности (линейные тренды, ц/га за 10 лет) оказались следующими: Краснодарский край — 1,1; Ставропольский край — 3,2; Ростовская область — 0,88. Положительный тренд урожайности за последние нелегкие для экономики страны 30 лет трудно объяснить без предположения об улучшении агроклиматических условий.

На территории Северо-Кавказского района наблюдается увеличение теплообеспеченности сельскохозяйственных культур (в среднем со скоростью 75°C за 10 лет), что, наряду с увеличением продолжительности вегетационного периода (в среднем на 4–5 суток за 10 лет), свидетельствует о возможности расширения посевов более продуктивных теплолюбивых и субтропических сельскохозяйственных культур. Однако при этом необходимо учитывать, что риск повреждения сельскохозяйственных культур заморозками на Северном Кавказе не уменьшился. Это подтверждают данные наблюдений о повреждении возделываемых в регионе косточковых культур весной 1999, 2000, 2004, 2006 и 2007 гг.

Поволжский регион. Доля этого самого засушливого региона России в валовых сборах зерна около 18%. За последние 30 лет в Поволжье заметного роста теплообеспеченности сельскохозяйственных культур не наблюдалось (см. рис. 2.3.2а). Вместе с тем зафиксирован рост средней температуры января (см. рис. 2.3.1б), что привело к улучшению условий зимовки сельскохозяйственных культур. Уменьшение индексов сухости и увеличение коэффициентов увлажнения свидетельствуют об уменьшении аридности климата региона, улучшении условий влагообеспеченности и, следовательно, о возможном росте урожайности сельскохозяйственных культур. Вывод об улучшении агроклиматических условий региона подтверждают положительные тренды урожайности зерновых и зернобобовых культур (ц/га за 10 лет), которые составили в Ульяновской области 0,12, в Саратовской области 0,81, в Волгоградской области 0,97 и в Астраханской области 0,20.

Однако на северо-западе региона наблюдается увеличение засушливости в летний период года, что может отрицательно сказаться на урожайности, прежде всего яровых культур.

Среди благоприятных для сельского хозяйства аспектов изменения климата в Поволжье — падение степени континентальности климата, выразившееся в уменьшении годовой амплитуды температуры воздуха со скоростью 0,5–0,7°C за 10 лет, а также в увеличении продолжительности вегетационной весны — периода подъема температуры воздуха от 5 до 15°C. Этот показатель увеличивался со средней скоростью 3,8–4,4 суток за 10 лет (см. табл. 2.3.1).

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Таблица 2.3.2. Качественная оценка наблюдаемых изменений агроклиматических условий для зернового хозяйства по регионам России

Регион	Доля в валовых сборах, %	Увлажненность		Теплообеспеченность		Термические условия зимовки		Континентальность климата	
		тренд	оценка	тренд	оценка	тренд	оценка	тренд	оценка
Северо-Кавказский	19,3	↗	+	↗	+	↗	+	↘	+
Поволжский	17,6	↗	+	↔	↔	↗	+	↘	+
Уральский	15,7	↗	+	↘	-	↗	+	↘	+
Западно-Сибирский	13,7	↔	↔	↗	+	↘	-	↔	↔
Центрально-Черноземный	10,6	↘	-	↗	+	↗	+	↘	+
Центральный	10,1	↘	↔	↗	+	↗	+	↘	+
Волго-Вятский	5,7	↗	+	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Восточно-Сибирский	5,3	↘	-	↗	+	↗	+	↔	↔
Дальневосточный	1,2	↘	↔	↗	+	↗	+	↘	+
Северо-Западный	0,6	↘	+	↗	+	↗	+	↘	+

Примечание. Характеристика тренда: ↗ — увеличение, ↘ — уменьшение; оценка изменения агроклиматических условий: + — улучшение, - — ухудшение; ↔ — без существенных изменений.

Уральский регион. Доля этого региона в валовых сборах зерна составляет около 16%. Как и в Поволжье, сколько-нибудь заметного роста теплообеспеченности в сельскохозяйственных районах Урала не наблюдалось (см. рис. 2.3.2а). Напротив, на юге региона июльская температура уменьшалась со средней скоростью до 0,3°C за 10 лет. Аридность территории, оцениваемая по индексу сухости *ИС*, заметно снизилась за рассматриваемый период, влагообеспеченность сельскохозяйственных культур повысилась. Наблюдалось увеличение сезонных сумм осадков при некотором уменьшении осенних осадков в отдельных районах. Как и в большинстве регионов России, на Урале отмечалось уменьшение континентальности климата. В Оренбурге, например, амплитуда годового хода температуры воздуха за 30 лет уменьшилась на 3,6°C, а продолжительность климатической весны возросла на 7–8 суток.

Улучшение агроклиматических условий этого региона подтверждает рост урожайности зерновых культур — порядка 1,7 ц/га за 10 лет в Республике Башкортостан. Вместе с тем наблюдалось уменьшение урожайности (порядка 0,6 ц/га за 10 лет) в Оренбургской области, несмотря на рост коэффициента увлажнения.

Западно-Сибирский регион. В этом регионе отмечено локальное уменьшение температуры зимой. Так, температура воздуха января на северо-западе понижалась со скоростью 0,5°C за 10 лет, хотя на востоке региона наблюдалось повышение температуры (см. рис. 2.3.1б). По этой причине рекомендация о расширении посевов озимых культур на северо-западе региона, где наблюдалось понижение январской температуры, представляется преждевременной. Вместе с тем на остальной части региона, как показывают исследования В. А. Моисейчик и др. (2002), вероятность гибели озимых в последнем десятилетии уменьшилась почти в 2 раза, что говорит о тенденции улучшения условий перезимовки и возможности расширения здесь посевов озимых культур как более урожайных.

Сумма активных температур, характеризующая теплообеспеченность растений, повысилась на территории региона повсеместно (см. рис. 2.3.2а), хотя при этом напряженность термического режима, характеризуемая температурой июля, понижалась в отдельных районах на границе с Казахстаном до 0,3°C за 10 лет.

Урожайность зерновых уменьшалась на западе региона (Курганская и Челябинская области) и в

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Алтайском крае. На остальной — большей части территории региона, включая важную в сельскохозяйственном отношении Новосибирскую область, — отмечен рост урожайности зерновых культур.

Индекс сухости на большей части региона изменялся незначительно. Отмечены отдельные “острова” как увеличения индекса сухости, так и его уменьшения.

Центрально-Черноземный регион. В этом регионе с относительно высокой повторяемостью засух прослеживалась тенденция к снижению коэффициента увлажнения, что не может не сказаться отрицательно на продуктивности растениеводства. Об этом свидетельствует уменьшение гидротермического коэффициента за летний период и максимальный для сельскохозяйственных районов России рост температуры воздуха в июле (более 1°C за 10 лет в среднем для региона). Наряду с этим улучшение условий увлажнения осеннего периода в результате увеличения осадков и уменьшения вероятности повреждения озимых культур в результате вымерзания в какой-то мере смягчает отрицательные последствия роста аридности климата. Положительным фактором является снижение степени континентальности климата, что проявляется, например, в удлинении периода климатической весны в Воронеже и Курске на 3,7 и 2,9 суток за 10 лет соответственно.

Центральный и Волго-Вятский регионы. Суммарный вклад этих регионов в валовом сборе зерна в России составляет 15–16%. Это достаточно увлажненная зона нечерноземных почв. Наблюдаемое быстрое увеличение теплообеспеченности сельскохозяйственных культур в Центральном и — менее значимый — в Волго-Вятском регионе способствует росту биопродукционного потенциала. Некоторое уменьшение коэффициента увлажнения в Центральном экономическом районе не должно существенно сказаться на урожайности зерновых культур (за исключением экстремально засушливых лет). Наблюдаемое увеличение продолжительности вегетационного периода способствует улучшению условий проведения полевых работ. Основное направление адаптации сельского хозяйства региона к изменениям климата — использование дополнительных тепловых ресурсов путем внедрения более теплолюбивых и урожайных культур (сортов), а также расширения посевов промежуточных культур как дополнительный источник производства кормов за счет второго урожая с одной площади.

Восточно-Сибирский регион. Доля этого региона в валовом сборе зерна — около 5%. На территории региона наблюдается самое быстрое в России (за исключением анклава — Калининградской области) увеличение сумм температур выше 10°C — в среднем на 94°C за 10 лет, что сопровождается

не менее быстрым увеличением июльской температуры — порядка 0,6°C за 10 лет на большей части региона. Повышение температуры сопровождается здесь уменьшением значений коэффициента увлажнения и гидротермического коэффициента для летнего периода (см. табл. 2.3.1), что приводит к падению урожайности яровых зерновых культур. Увеличение аридности подтверждается отрицательными трендами урожайности зерновых культур в Иркутской и Читинской областях, а также в Республике Бурятия. Основное направление адаптации сельского хозяйства к наблюдаемым изменениям климата на территории Восточной Сибири — использование дополнительных тепловых ресурсов и внедрение влагосберегающих технологий. Кроме того, адаптация может быть направлена на развитие сельского хозяйства более северных районов с достаточным увлажнением.

Дальневосточный регион. Положительным фактором развития сельского хозяйства этого региона является наблюдаемое увеличение теплообеспеченности сельскохозяйственных культур (на 50–100°C за 10 лет) на значительной части территории с развитым сельским хозяйством. Отметим, что повышение сумм температур выше 10°C не сопровождается здесь заметным увеличением температуры в июле. Наблюдаемое увеличение аридности, которое выражается в небольшом росте индекса сухости, не ведет к снижению продуктивности сельского хозяйства в результате высокой исходной увлажненности территории.

Северо-Западный регион. Этот регион относится к зоне наиболее высоких темпов роста сумм активных температур и больших скоростей увеличения температуры в июле. При достаточной или даже избыточной влагообеспеченности территории региона наблюдаемый здесь рост индекса сухости, а также уменьшение коэффициента увлажнения (см. табл. 2.3.1) следует рассматривать как положительный фактор для сельскохозяйственного производства. Рост теплообеспеченности и удлинение вегетационного периода существенно расширяют возможности для развития здесь высокоинтенсивного сельского хозяйства западноевропейского типа.

Обобщая данные, представленные в табл. 2.3.2, можно заключить, что наблюдаемые с 1975 г. изменения климатических условий в целом благоприятны для сельского хозяйства (растениеводства) большинства регионов России по всем четырем выбранным для оценки агроклиматическим показателям. Исключение составляют следующие регионы: Западная Сибирь — в результате увеличения засушливости в ряде районов и, прежде всего, в Алтайском крае; Урал — из-за некоторого снижения теплообеспеченности сельскохозяйственных культур; Центрально-Черноземный и Во-

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

сточно-Сибирский — из-за увеличения засушливости климата. Увеличение аридности климата на территории Сибири и некоторых других регионов, вклад которых в производство зерна в России не превышает 10–15%, — важнейшее из негативных последствий произошедших изменений климата. Наблюдаемое в Центрально-Черноземном регионе улучшение условий перезимовки озимых культур, как и рост теплообеспеченности и уменьшение континентальности климата, могут в значительной мере компенсировать потери, связанные с увеличением засушливости. В Восточно-Сибирском регионе увеличение теплообеспеченности, по-видимому, не сможет в достаточной степени компенсировать увеличение засушливости. Уменьшение степени увлажненности территории Северо-Западного, Центрального регионов и части Дальневосточного не должно привести к заметным отрицательным последствиям для сельского хозяйства. Напротив, при наличии значительных массивов переувлажненных сельскохозяйственных угодий в этих регионах уменьшение увлажненности следует оценивать как положительный фактор.

Таким образом, наблюдаемые в течение последних 30 лет изменения климата способствовали росту продуктивности сельскохозяйственных культур большинства регионов России, обеспечивающих производство порядка 85% товарного зерна. Положительные тренды урожайности зерновых и зернобобовых культур за 1975–2005 гг. в 70% субъектов Российской Федерации, наблюдаемые даже в условиях экономических сложностей в стране, косвенно подтверждают это заключение.

2.3.4. Влияние изменения климата на вредителей сельскохозяйственных растений

Число видов вредителей сельскохозяйственных культур очень велико. К ним относятся организмы совершенно разного уровня организации — от круглых червей до млекопитающих (Афонин и др., 2006). Вред, наносимый ими продукции растениеводства, весьма значителен. Многие из этих организмов существенно зависимы от климата. Поэтому при изменении климата возможны изменения ареалов видов и численности вредителей, что может влиять на состояние и урожай сельскохозяйственных растений — отрицательно или же положительно. В данном разделе эта проблема будет рассмотрена на примере широко распространенных насекомых — саранчи и колорадского жука, наносящих существенный ущерб сельскохозяйственным растениям во многих странах мира.

2.3.4.1. Массовое размножение саранчовых на юге России в связи с изменением агроклиматических условий

Надсемейство саранчовых насчитывает около 10 тыс. видов, обитающих на всех пяти материках. По образу жизни они представлены стадными и нестадными формами. Именно первые известны как опасные вредители сельскохозяйственных растений. Наибольший вред сельскому хозяйству на территории России наносят стадные формы — перелетная (азиатская) саранча (*Locusta migratoria* L.) и итальянский прус (*Calliptamus italicus* L.) (Цыпленков, 1970; Липчанская, 2000; Столяр, 2005; Бондарев, 2003), а из нестадных — атбасарка (*Dociostaurus kraussi* Konnikov) и кобылки крестовая (*Paracryptera microptera* F.-W.), белополосая (*Chorthippus albomarginatus* De Geer) и чернополосая (*Oedaleus decorus* Germar) (Гриньков, Идрисхаджиев, 1994). Зоны очагов размножения стадных саранчовых и путей их залета в XX веке приведены на рис. 2.3.4 (Правдин, 1969).

В России ареал азиатской саранчи охватывает территории, простирающиеся от южных границ России на север примерно до 58–60° с. ш. Зона вредоносности этой саранчи обычно не выходит на севере за пределы 55° с. ш., а зона постоянного массового размножения находится в пределах 40–48° с. ш. Ареал итальянского пруса занимает весь юг европейской части России, Кавказ и Закавказье, Среднюю Азию, Казахстан, юг Западной Сибири и западную часть Алтайского края. Однако зоны его массового размножения и вредоносности в центральных частях ареала ограничены типчакowo-полынными, полынно-злаковыми растительными формациями, а на юге — оазисами (Цыпленков, 1970).

Годы массового размножения саранчи надолго остаются в памяти людей как стихийное бедствие. Саранча практически всеядна. Она не только пожирала растения в огромных количествах, но, повреждая их, создает “ворота”, через которые в организм растения проникают возбудители инфекций и паразиты. От этого погибает в 5–10 раз больше живой фитомассы, чем пожирают ее саранчовые (Бондарев, 2003).

Массовое размножение саранчовых в России в последнее десятилетие XX века приобрело настолько серьезный масштаб, что это заставило ученых-ортоптерологов и практиков защиты растений снова обратить внимание на эту серьезную, но отчасти забытую проблему. Текущая вспышка массового размножения охватывает фактически все степные регионы юга России. В 1999 г. в России общая площадь, где отмечались кулиги и стаи стадных саранчовых, составляла около 1 млн. га, а в Казахстане (с западными районами которого в

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

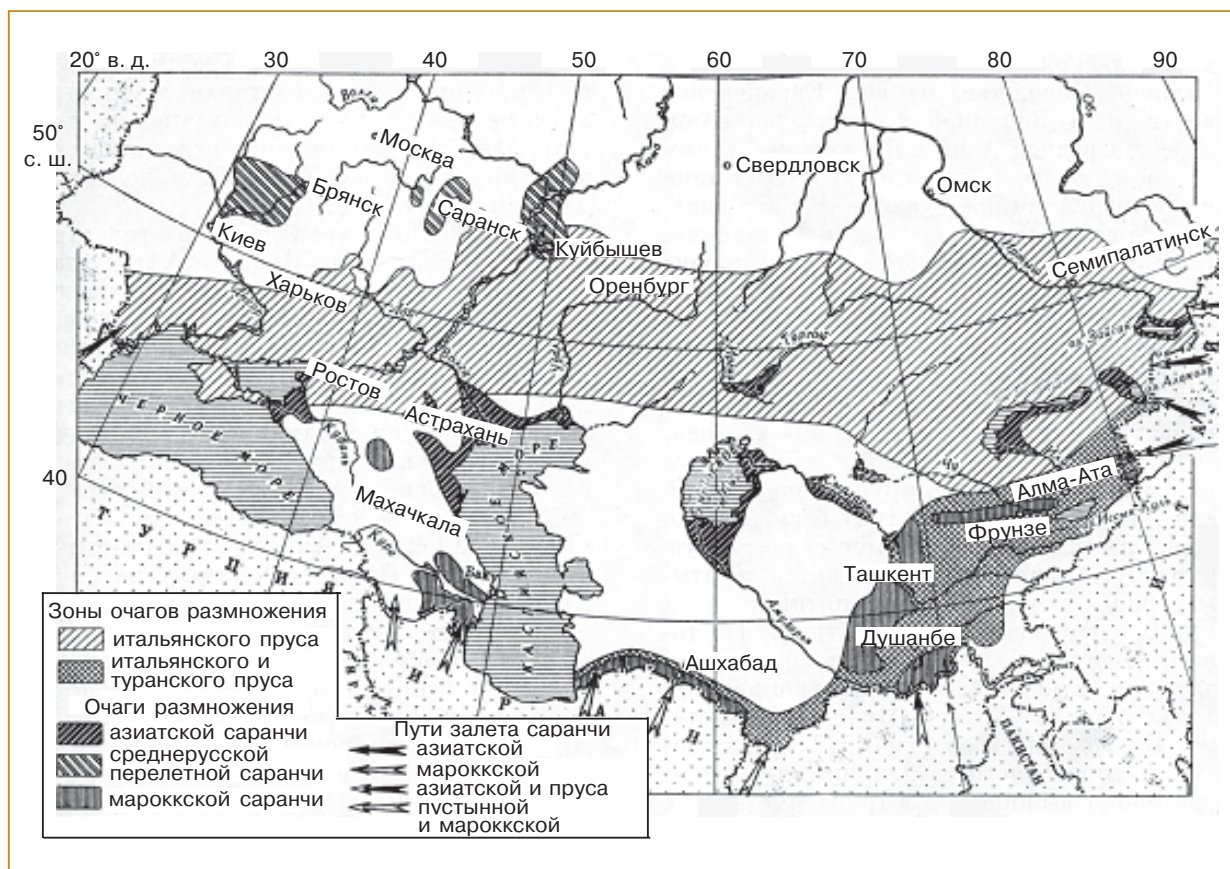


Рис. 2.3.4. Основные очаги массового размножения стадных форм саранчовых на территории СССР и путей их залета из сопредельных стран (Правдин, 1969).

годы инвазий происходит интенсивный “обмен” стаями пруса) достигла 3 млн. га.

Следует отметить, что массовое размножение саранчовых подобного масштаба в России не отмечалось в течение многих десятилетий до текущей вспышки, хотя это явление на относительно ограниченных территориях в ряде очагов фиксировалось регулярно. При этом, если до 1998–1999 гг. отмечались кулиги и стаи лишь итальянского пруса, то в последние годы активизировались и очаги перелетной (азиатской) саранчи (Столяров, 2000, 2005). В большинстве районов ареала наблюдается повышение численности и нестадных саранчовых.

Начиная с конца 1980-х — начала 1990-х годов массовое размножение саранчовых отмечается в Среднем и Нижнем Поволжье (Саратовская, Астраханская, Волгоградская области), в Калмыкии, на Северном Кавказе и прилегающих к нему территориях, в Ставропольском крае. С 1997 г. нашествию саранчовых подверглись 16 субъектов Российской Федерации. Массовые очаги появились в Ростовской и Оренбургской областях, в Краснодарском крае, на юге Сибири (Столяров, 1998, 2000; Дентелинова, 2000; Липчанская, 2000; Поли-

шук, Маленкова, 2001; Вошедский, Гаврилова, 2004; Сергеев, Ванькова, 2006).

При этом общая сумма прямых затрат на борьбу с саранчовыми только в Ставропольском крае за год составила около 2,8 млрд. руб. (Никитенко, 1998). Одной из причин такого массового и продолжительного размножения саранчовых, помимо экономических и региональных причин (сокращение и изменение структуры посевов, увеличение количества заброшенных земель, снижение поголовья овец и т. п.), ряд авторов считает общее потепление климата и увеличение числа жарких и засушливых лет в южных регионах России (Столяров, 1998, 2000, 2005; Вошедский, Гаврилова, 2004).

Массовые размножения стадных саранчовых связаны с двумя физическими факторами — погодой и солнечной активностью; влажность имеет несколько меньшее значение (Цыпленков, 1970).

По погодной составляющей существует широкое согласие специалистов: “Наиболее устойчивым признаком для характеристики динамики нарастания опасности развития вредных саранчовых во всех регионах юга РФ является повышение степени засушливости весенне-летних месяцев на

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Таблица 2.3.3. Вспышки массовых размножений перелетной (азиатской) саранчи и итальянского пруса на юге России с начала XX века по настоящее время (Захаров, 1950; Столяров, 2000, 2005)

Годы значительных засух в Поволжье	Годы массовых размножений на юге России			
	перелетной (азиатской) саранчи		итальянского пруса	
	период вспышки, годы	продолжительность вспышки, лет	период вспышки, годы	продолжительность вспышки, лет
1911–1912	1912–1914	3	1911–1914	3
	1917–1919	3		
1920–1921	1921–1924	4	1920–1923	4
1927–1931	1927–1931	5	1931–1934	4
1936–1938	1936–1939	4	1940–1943	4
1944–1949	1943–1949	7	1954–1957	4
	1959–1962	4	1959–1962	4
			Стадная фаза лишь на Северном Кавказе и в прилегающих к нему районах	
			1972–1974	3
			1982–1984	3
	1998–2002	5	1990–1992–2002	10–12

фоне более теплых зим. Сочетание таких условий на протяжении 3 и более лет чаще всего приводит к значительному росту заселенных стадными саранчовыми площадями, увеличению их вредоносности и росту интенсивности миграций” (фрагмент из Решения 17-й сессии Межгосударственного Совета по гидрометеорологии стран СНГ № 3.5/17 от 10–11 ноября 2005 г., г. Киев).

На важность второго фактора — солнечной активности — указывают некоторые публикации. Так, начала массового размножения азиатской саранчи в основных ее гнездилищах следует ожидать с момента наступления максимума солнечной активности. По мере спада солнечной активности вспышка усиливается и достигает своего наибольшего предела ко времени минимальной активности Солнца, после чего она довольно резко регрессирует (Цыпленков, 1970; Столяров, 2005).

Температурные критерии (см. раздел 2.1.3) обуславливают не только ареалы распространения саранчовых, но и зоны их массового размножения и вредоносности. Так, в Поволжье и на Северном Кавказе выявлена достаточно четкая зависимость между массовыми размножениями перелетной саранчи (*L. migratoria* L.) и итальянского пруса и значительными засухами в регионе (Захаров, 1950; Столяров, 2000, 2005). В табл. 2.3.3 представлены

периоды засух в Поволжье и массовых размножений перелетной саранчи и итальянского пруса на юге России за последние 100 лет.

Как видно из представленных в табл. 2.3.3 данных, интенсивным засухам в большинстве случаев сопутствовали и массовые размножения рассматриваемых видов вредителей (Столяров, 2000). Следует также отметить беспрецедентную продолжительность вспышки массового размножения итальянского пруса на Северном Кавказе и в прилегающих к нему районах в 1990–2002 гг.

2.3.4.2. Становление ареала колорадского жука и его состояние в настоящее время

Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) — вредитель картофеля и некоторых других, важных в продовольственном отношении, пасленовых культур. Он наносит существенный ущерб этим сельскохозяйственным растениям; в России он ежегодно снижает урожай картофеля на 1/3 (Монастырский, 2005). Роль колорадского жука в агроэкосистемах по отрицательному влиянию не уступает таким неблагоприятным факторам, как недостаток или избыток влаги, почвенная и атмосферная засухи, недостаток питательных веществ (Вольвач, 1987).

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Личинки колорадского жука отличаются большой прожорливостью — в среднем за период своего развития от I до IV возраста личинка съедает 30–40 см² листовой поверхности побегов картофеля, при этом 80% этого количества съедается в IV возрасте (Яхимович, 1967). По данным работы (Chlodny, 1967), одна особь личинки этого жука в среднем потребляет 1,27 г листьев картофеля в сутки. В течение суток личинки съедают количество пищи, по массе в 2,0–2,5 раза превышающее массу их тела (Бей-Биенко, 1980).

Формирование ареала этого вредителя происходило в последние полторы сотни лет и к настоящему моменту, по-видимому, еще не завершено. В связи с этим возникают определенные трудности с оценкой влияния наблюдаемых изменений климата на ареал колорадского жука. Основным фактором среды, определяющим границы его распространения на рассматриваемой территории, является температура (Колорадский картофельный жук..., 1981; Вольвач, 1987; Ясюкевич и др., 2007). Для установления потенциального (возможного) ареала колорадского жука были проведены обобщение и анализ климатических параметров, определяющих развитие этого организма (см. раздел 2.1.3). Потенциальный ареал, определяемый соответствующими климатическими константами, был сопоставлен с наблюдаемым ареалом на территории стран СНГ и Балтии (территория бывшего СССР), оценены изменения наблюдаемого ареала в последние 20–30 лет (Ясюкевич и др., 2007).

Согласно приведенным выше рассмотренным температурным критериям (раздел 2.1.3.2), на европейской части рассматриваемой территории развитие колорадского жука возможно в широтном секторе 42–61° с. ш. Исключение составляют районы, где наряду с низкой температурой воздуха зимой (–35...–40°С и ниже) высота снежного покрова бывает меньше 30 см, или же те районы, где температура почвы в зимний период на глубине залегания основной массы зимующих имаго опускается ниже –5°С и удерживается на этом уровне длительный период. Ранее считалось, что экономический ущерб сельскому хозяйству от колорадского жука не может быть существенным в районах севернее 58° с. ш. (Журавлев, 1993).

Во второй половине 1960-х годов колорадский жук появился в западных районах РСФСР (Брянская и Смоленская области) и в течение последующих 10 лет расселился на территории всех картофелеводческих районов ЕТР. К 1980 г. отдельные его очаги были обнаружены в республиках Закавказья, Уральской, Гурьевской и Актюбинской областях Казахстана, Челябинской, Кемеровской и Новосибирской областях РСФСР (Колорадский картофельный жук..., 1981). В последующие годы колорадский жук продолжил свое распространение.

Все территории Российской Федерации к югу от Псковской, Тверской, Ивановской областей, а также от Татарской АССР включительно стали зонами массового размножения жука. Его вредоносность там велика, ущерб сельскому хозяйству наносится регулярно. Во второй половине XX века ареал колорадского жука особенно расширился в восточном направлении. В него вошли Челябинская и Оренбургская области, сразу ставшие зонами массового размножения вредителя, а также Омская и Новосибирская области и Алтайский край (возникли отдельные очаги размножения вредителя).

В последние годы этот вредитель продвинулся далее на север и распространился в ряде районов, где его акклиматизация ранее считалась невозможной. Это юг Карелии, Архангельской, Тюменской областей, Республики Коми — до 62–63° с. ш. — и вся территория Ленинградской области. В Ленинградской области широкое распространение вредителя произошло в 1998 г. в результате его массовых миграций из Псковской и Новгородской областей (Фасулати, 2002а, 2002б, 2004). Определяющее значение в ограничении численности колорадского жука в Ленинградской области имеют погодные условия отдельных лет. Если температура воздуха в летний период значительно ниже средней многолетней (по данным метеостанции С.-Петербург ГАУ, г. Пушкин, она составляет 16,2°С), вредитель не может завершить свое развитие. В 1994–2004 гг. температура воздуха в летний период в большинстве случаев значительно превышала средние многолетние значения (Гусева, 2004). Именно в эти годы в Ленинградской области наблюдалось существенное увеличение численности колорадского жука (Гусева, 2004). В условиях Псковской и Новгородской областей в последние годы проявилась выраженная тенденция к смыканию границ очагов вредителя и его сплошному распространению (Калинина, Николаева, 2004).

К началу XXI века ареал вредителя еще несколько расширился на север и на восток; он обосновался и в некоторых районах Средней Азии (рис. 2.3.5). Сравнивая скорость распространения колорадского жука в 1960–1970-е годы и за последние 20 лет, можно заметить, что к началу XXI века скорость расширения ареала существенно уменьшилась (Ясюкевич и др., 2007). Возможно, это связано с тем, что колорадский жук приблизился к климатически обусловленным границам своего ареала.

Таким образом, сейчас на территории стран СНГ и Балтии процесс распространения колорадского жука имеет два выраженных компонента — климатический и экологический. Первый — освоение этим вредителем новых территорий, ставших пригодными для его развития вследствие наблюдаемых изменений климата, а второй — расселение и укоренение в пределах определенного кли-

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.



Рис. 2.3.5. Распространение колорадского жука к началу XXI века на территории стран СНГ и Балтии; картосхема построена по материалам работы (Афонин и др., 2006).

матом потенциального ареала, что регулируется экологическими свойствами данного вида и прочими неклиматическими условиями среды.

2.3.5. Литература

- Афонин А. Н., Гринн С. Л., Дзюбенко Н. И., Фролов А. Н., 2006.** Интерактивный атлас полезных растений, их вредителей и экологических факторов России и сопредельных государств (интернет-версия 1.0), СПб, Санкт-Петербургский государственный университет, факультет географии, <http://www.agroatlas.ru>.
- Бей-Биенко Г. Я., 1980.** Общая энтомология, М., Высшая школа, 416 с.
- Бондарев Л. Г., 2003.** Саранча в Европе, Вестник МГУ, сер. 5, № 1, с. 67–70.
- Влияние глобальных изменений природной среды и климата на функционирование экономики России, 1998.** Под ред. Н. П. Лаверова, М., УРСС, 102 с.
- Вольвач В. В., 1987.** Моделирование влияния агрометеорологических условий на развитие колорадского жука, Л., Гидрометеиздат, 240 с.
- Вошедский Н. Н., Гаврилова Е. А., 2004.** Саранчовые в Ростовской области, Защита и карантин растений, № 7, с. 30–31.

- Глобальные проявления изменений климата в агропромышленной сфере, 2004.** Под ред. А. Л. Иванова, М., Россельхозакадемия, 331 с.
- Гордеев А. В., Клещенко А. Д., Черняков Б. А., Сиротенко О. Д., 2006.** Биоклиматический потенциал России: теория и практика, М., Товарищество научных изданий КМК, 512 с.
- Гриньков А. С., Идрисхаджаев Р. А., 1994.** Саранча в наступлении, мы в обороне, Степные просторы, № 5, с. 16–17.
- Гусева О. Г., 2004.** Выживаемость колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) в летний период в условиях Ленинградской области, Вестник защиты растений, № 3, с. 25–33.
- Дентелинова Т. Б., 2000.** Азиатская саранча в Калмыкии, Защита и карантин растений, № 1, с. 13.
- Журавлев В. Н., 1993.** Всегда ли опасен колорадский жук?, Защита растений, № 5, с. 6–8.
- Захаров Л. З., 1950.** Поведение азиатской саранчи, Ученые записки Саратовского государственного университета, т. XXVI.
- Иванов А. Л., 2004.** Проблемы глобального проявления техногенеза и изменений климата в агропромышленной сфере, Труды Всемирной конференции по изменению климата, Москва, 29 сентября — 3 октября 2003 г., М., Новости, с. 339–346.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

- Израэль Ю. А., Сиротенко О. Д., 2003. Моделирование влияний изменений климата на продуктивность сельского хозяйства России, Метеорология и гидрология, № 6, с. 5–17.
- Калинина К. В., Николаева З. В., 2004. К вопросу изучения колорадского жука в Псковской области, в сб.: Актуальные проблемы земледелия на современном этапе развития сельского хозяйства. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, с. 173.
- Колорадский картофельный жук *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1981. Под ред. Р. С. Ушатинской, М., Наука, 337 с.
- Липчанская Р. А., 2000. Саранча в Волгоградской области, Защита и карантин растений, № 5, с. 11.
- Материалы к стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России, 2005. М., Росгидромет, 88 с.
- Моисейчик В. А., Богомолова Н. А., Максименкова Т. А., 2002. Оценка агрометеорологических условий осенне-зимнего периода для перезимовки и формирования валового урожая озимых зерновых культур в России, Метеорология и гидрология, № 2, с. 89–102.
- Монастырский О. А., 2005. Глобализация сельскохозяйственного производства и продовольственная безопасность России, в сб. материалов научно-практической конференции “Продовольственная безопасность России”, М., Издат. дом НП, с. 93–102.
- Никитенко В. Г., 1998. Борьба с саранчой — дело государственное, Защита и карантин растений, № 4, с. 15–16.
- Полищук А. И., Маленкова О. В., 2001. Саранча в Оренбургской области, Защита и карантин растений, № 2, с. 11.
- Правдин Ф. Н., 1969. Подотряд короткоусые прямокрылые, в кн.: Жизнь животных, т. 3, М., Просвещение, с. 228–240.
- Сергеев М. Г., Ванькова И. А., 2006. Динамика локальной популяции итальянской саранчи, Сибирский экологический журнал, т. 13, № 4, с. 439–447.
- Сиротенко О. Д., 2004. Оценка влияния глобальных изменений климата на агроклиматические ресурсы и климатообусловленную урожайность основных сельскохозяйственных культур, в кн.: Глобальные проявления изменений климата в агропромышленной сфере, под ред. А. Л. Иванова, М., Россельхозакадемия, с. 24–32.
- Сиротенко О. Д., Грингоф И. Г., 2006. Оценки влияния ожидаемых изменений климата на сельское хозяйство Российской Федерации, Метеорология и гидрология, № 8, с. 92–101.
- Сиротенко О. Д., Груза Г. В., Ранькова Э. Я., Абашина Е. В., Павлова В. Н., 2007. Современные климатические изменения теплообеспеченности, увлажненности и продуктивности агросферы России, Метеорология и гидрология, № 8, с. 90–103.
- Столяров М. В., 1998. Саранча на юге России, Защита и карантин растений, № 3, с. 16–17.
- Столяров М. В., 2000. Проблема массовых размножений стадных саранчовых на юге России на рубеже столетий, в кн.: Актуальные вопросы биологизации защиты растений, под ред. М. С. Соколова, Е. П. Угрюмова, Пушкино, с. 94–100.
- Столяров М. В., 2005. Некоторые особенности прогнозирования динамики численности стадных саранчовых. Надолго ли затихает их размножение?, Защита и карантин растений, № 1, с. 38–41.
- Ранькова Э. Я., 2005. Климатическая изменчивость и изменения климата за период инструментальных наблюдений, Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, М., ИГКЭ, 67 с.
- Фасулати С. Р., 2002а. Адаптация колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (*Coleoptera, Chrysomelidae*) и устойчивые к нему сорта картофеля в условиях Ленинградской области, XII съезд РЭО, Тезисы доклада, СПб, РАН, с. 357.
- Фасулати С. Р., 2002б. Территориальное расселение и адаптация колорадского жука в северных районах картофелеводства, в сб. материалов Международной научно-практической конференции: Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства, Пенза, т. 2, с. 205–207.
- Фасулати С. Р., 2004. Распространение колорадского жука и экологические вопросы защиты картофеля в северных областях России, III Кирилло-Мефодиевские чтения, Сборник материалов Международной научной конференции, Изд-во Санкт-Петербургского государственного педагогического университета, с. 70–75.
- Цыпленков Е. П., 1970. Вредные саранчовые насекомые в СССР, Л., Колос, 272 с.
- Ясюкевич В. В., Попова Е. Н., Гельвер Е. С., Ривкин Л. Е., 2007. Влияние климатических факторов на формирование ареала колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say), в кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 21, СПб, Гидрометеоиздат, с. 348–379.
- Яхимович Л. А., 1967. Особенности развития и размножения колорадского жука, Труды ВИЗР, вып. 27, с. 245–294.
- Chlodny J., 1967. The amount of food consumed and production output of larvae of the Colorado beetle, Ecol. Pol. W. A, vol. 15, pp. 531–541.