



# **Современные проблемы географии Восточной Сибири**



**Министерство общего и профессионального образования  
Российской Федерации**

**Иркутский Государственный Университет**

*Посвящается 80 – летию ИГУ и  
50 – летию географического факультета*

# **Современные проблемы географии Восточной Сибири**

**Сборник научных статей**

Иркутск 1998

УДК 556.1 : 556.3 (571.5)

**Современные проблемы географии Восточной Сибири** / Сборник научных статей. (Материалы научных исследований современных проблем, разрабатываемых коллективом географического факультета на рубеже XX и XXI веков). – Иркутск, 1998. – 178 с.

В сборнике рассматриваются различные аспекты природных проблем юга Восточной Сибири. Основное внимание уделяется изучению закономерностей формирования природных комплексов, возможностей их картографического отображения и оценке природных ресурсов в условиях возрастающей антропогенной нагрузки. Детально рассмотрены факторы климатообразования, биоклиматические ресурсы, вопросов атмосферного электричества. Особо рассмотрены проблемы загрязнения поверхностных и подземных вод и их охраны.

Книга рассчитана на специалистов – географов, гидрологов, метеорологов и экологов Восточной Сибири.

Научные редакторы: профессор В.Я. Мангазесв, профессор А.Х. Филипов, доцент В.М. Белоусов.

© Иркутский Государственный Университет, 1998

Подробная характеристика каждого биоклиматического района приведена ~~уже~~ ранее [12].

#### Список использованных источников

1. Русанов В.И. Методы исследования климата для медицинских целей.//Тр. Томского НИИК.-1973.- Т.12.-С.191.
2. Справочник по климату СССР Солнечная радиация, радиационный баланс.-Л.: Гидрометеоиздат,1966.-ь Вып. 22,ч.1.-С.70.
3. Липатова Т.А. Характеристика погоды для оценки условий жизнедеятельности человека// Байкал: Атлас.-М.- 1993.-С. 122-123 .
4. Беллинский В.А. Андриенко Л.М. Ультрафиолетовая радиация солнца и неба на Земном шаре.// Атлас карт, номограмм и графиков.-М.: Изд-во МГУ, 1976.-С. 81.
5. Будыко М.И. Антропогенное изменение климата.-М.: Изд-во АН СИР. Сер. геогр.- 1980, № 6. - С.7-18.
6. Липатова Т.А. Медико-климатические аспекты изменчивости погоды на территории Предбайкалья.//Иркутун-т.Иркутск.1983. С.23- Деп . ВИНТИ 13.04.83, №1972.
7. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений.-М.:Наука, 1971.-С.576.
8. Гвоздеский Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР: Азиатская часть.-М.: Мысль, 1978.- С.512
9. Предбайкалье и Забайкалье./Под.ред.И.П.Герасимова.-М.Наука, 1965.-С.492.
10. Айвазян С.А., Бежаева З.И., Староверов О.В. .Классификация многомерных наблюдений.- М.:Статистика, 1974.-С.238.
11. Липатова Т.А. Климатическое районирование западного участка трассы БАМ.//Иркут.ун.т.Иркутск.1990.10с.-Деп в ВИНТИ 01.08.90, №4363.

*Т.И. Коновалова, Т.А. Липатова*

### Изменение природной среды верхнего Приангарья под воздействием городов

Решение проблемы преобразования ландшафтов в зоне влияния города во многом определяется знанием закономерностей трансформации природной среды в различных природных условиях. Эти закономерности рассматриваются для региона Верхнего Приангарья - репрезентативного в природном плане района Восточной Сибири, который является географическим узлом контрастных природных условий и центром индустриального освоения со значительной антропогенной нагрузкой на природу и человека. Цель работы - исследование организации и функционирования природных и природно-технических систем как основы прогноза изменений географической среды.

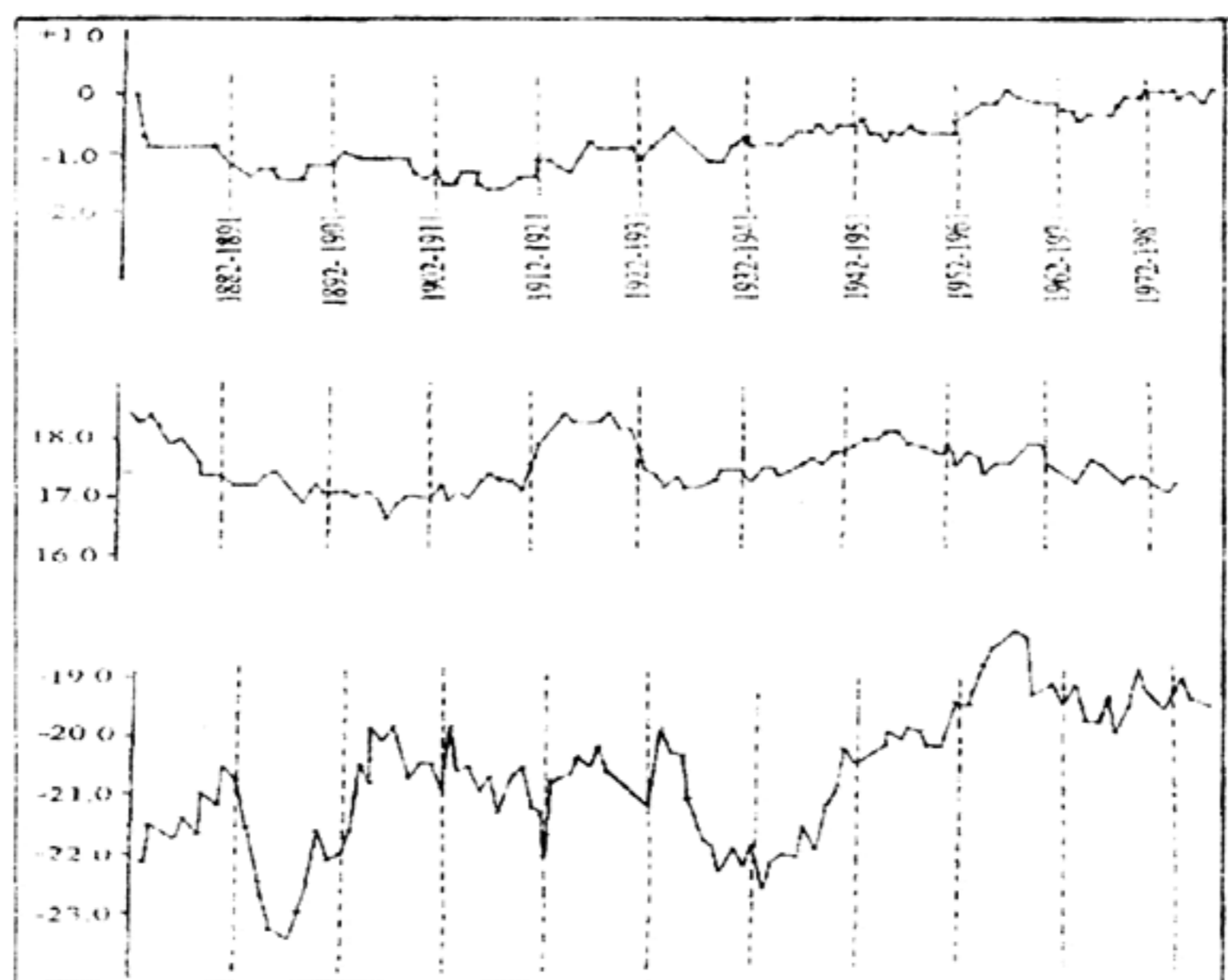
Ландшафты урбанизированных территорий. В настоящее время сложились два противоположных направления в оценке функционирования и систематики городских ландшафтов. Первое основывается на том, что урбанизированные ландшафты представляют самостоятельное подразделение ландшафтной оболочки [1-3]. Их систематика не может строиться по аналогии с природными системами.

Здесь ведущими являются социальные и техногенные компоненты, поэтому городской ландшафт относится к особому типу техногенного ландшафта, в котором нарушенная система природных взаимосвязей заменена новой инвариантной системой, включающей техногенные объекты, селитебную застройку. Второе направление основывается на том, что дифференциация ландшафтов имеет сложную природно-антропогенную обусловленность [4-7]. Природная составляющая при любой степени антропогенного воздействия является исходной для идентификации и классификации ландшафтов урбанизированных территорий. Наш опыт показывает, что для сибирских городов природная основа чаще является доминирующей при оценке состояния их среды. Дифференциация этих ландшафтов согласуется с теорией В.Б. Сочавы, согласно которой геосистемы являются природными образованиями, но их модели и графы отражают также экономические и социальные параметры, воздействующие на функциональные связи внутри геосистемы [8]. Особенно это касается ландшафтов, значительно измененных человеком, в частности, урбанизированных. Человек влияет на природные составляющие геосистемы - изменение гидротермического режима, деформацию растительности, загрязнение воздушного бассейна и проч., определяя динамические видоизменения в пределах инварианта геосистемы - рядов трансформации. Переменные структуры, вызванные длительным техногенным воздействием городов, могут быть отнесены к разряду устойчивых длительнопроизводных, так как преобладают процессы преобразования ландшафта. Все переменные состояния групп и классов фаций, которые составляют различные антропогенные модификации в пределах воздействия городов, относятся к определенным эпигеомам, имеющим узловое значение в классификации геомеров регионального порядка. Так, например, ландшафты в пределах которых расположены города района исследований относятся к трем основным подгруппам геомов: 1. подгорно-подтаежному; 2. равнинно-южнотаежному; 3. горно-таежному. Структура геомов, рассматриваемая как инвариантный состав геосистем, детерминирует черты их региональной организации, которые априорно могут оставаться неизменными при преобразованиях и обуславливать возможные изменения природной среды в условиях внешнего воздействия. Преобразования ландшафтов под воздействием крупных промышленных центров региона прослеживаются в большинстве случаев на топологическом уровне - происходит "стирание" фациальных различий и рубежей, образуются ландшафтные континуумы с непрерывным изменением структуры, "уничтожается" ландшафтное многообразие, возникает новая интеграция природных режимов с формированием своеобразного ландшафтообразующего эффекта. На участках земной поверхности, которые подвергаются воздействию городов, снижается роль саморегуляции ландшафтов. Геосистемы с нарушенной структурой делятся на относительно сохранившие свои спонтанные потенции и способные воспроизвести первоначальную структуру за счет факторов саморегуляции топологического порядка и коренным образом изменившие свою структуру, восстановление которой допустимо в очень длительный срок под воздействием планетарно-региональных движущих сил [8]. Последняя категория геосистем характерна для районов крупных промышленных центров Сибири, первая - их окружения. Вместе с тем ландшафты пригородных территорий в различной степени устойчивы к антропогенному воздействию. Прежде всего это зависит от долговечности ландшафтов и оптимальности природных условий. Геосистемы планетарной размерности, с точки зрения

Э.Б.Сочавы [8], имеют наибольший возраст, топогеосистемы – в среднем наименьшую продолжительность существования, а региональные занимают в этом отношении промежуточное положение. Благодаря этому наибольшим изменениям подвержены ландшафты топологического уровня, что и отмечается при анализе нарушенности ландшафтов урбанизированных территорий. В процессе динамики отдельные природные компоненты обнаруживают различные темпы и степень изменчивости. Наиболее мобильные из них, которые быстро трансформируются под влиянием различных процессов и явлений, а также деятельности человека обычно оказываются критическими в структуре геосистемы. Для Приангарья, как и других регионов, расположенных во внутриконтинентальных секторах умеренного пояса, первостепенное значение имеет неравномерное распределение тепла внутри ландшафта. С показателями теплового режима связаны наиболее существенные ландшафтные различия как в структуре, так и в динамике [9]. Рассмотрим подробнее вопрос об изменении температурного режима в пределах подгорной подтаежной подгруппы геомов, расположенной на стыке таежных и степных комплексов.

Динамика температур воздуха. Функционирование городов приводит к изменению климатических характеристик, главным образом, температуры воздуха. Основой для анализа многолетней динамики температур воздуха послужили 50-летние ряды наблюдений (1936-1985 гг.) по 5 станциям, расположенным на территории Иркутско-Черемховской равнины. Для станции Иркутск (обсерватория) проанализирован ряд наблюдений более 100 лет (1891-1995 гг.). В качестве главного показателя временной структуры термического режима изучаемой территории нами использованы основные параметры многолетнего распределения средней суточной и месячной температуры воздуха, их экстремальные значения и вероятности. В среднем за год температура воздуха в пределах изучаемого района отрицательная. Годовые амплитуды температуры воздуха на большей части Иркутско-Черемховской равнины составляют 35-39°С. Повторяемость дней с положительной и отрицательной средней суточной температурой воздуха примерно одинакова. В годовом ходе температуры воздуха отмечается, как правило, один максимум в июле и минимум - в январе. Сходство закономерностей изменения температуры в зимние месяцы позволяет ограничиваться анализом лишь для января. В пределах Иркутско-Черемховской равнины температурный режим в январе определяется влиянием двух главных факторов: адвекции и радиационного охлаждения. В результате в это время формируются самые низкие температуры воздуха. Средние многолетние температуры января составляют от -19°С до -25°С. Известно, что самая теплая зима на юге Восточной Сибири наблюдается в котловине озера Байкал. На Прибайкальских станциях, в отличие от континентальных, температура в январе на 2-3°С выше. Средние многолетние температуры самого теплого месяца лета - июля для большей части равнины составляют 15-18°С. Согласно опубликованным данным [10, 11] можно утверждать, что средняя месячная температура воздуха в июле более устойчива. Так, среднее квадратическое отклонение в это время составляет +1°С, а в январе оно равно +3°С. Такие отклонения, как следует из правила "трех сигм", будут наблюдаться на изучаемой территории в 68% всех случаев наблюдений. За пределы +3°С распределение температуры воздуха выходит очень редко. Например, для Иркутска (обсерватория) такие случаи наблюдаются один раз в 200 лет. Итак, приведенные нами данные подтверждают

известный вывод о том, что распределение температуры воздуха на изучаемой территории близко к норме. Теперь перейдем к детальной характеристике многолетнего хода температуры воздуха. Общепринято анализировать возможные изменения климата на основании многолетнего хода 10-летних скользящих средних температуры воздуха. Используя данный метод [12] многие авторы в своих исследованиях [13, 14] показали, что после интенсивного глобального понижения температуры воздуха, которое закончилось в середине 40-60-х гг. начался ее рост. Существование низких температур во многих районах в течение длительного времени свидетельствует об общности причины их изменения. С физической точки зрения вполне закономерно связывать многолетние изменения в температурном режиме с преобладанием одной из форм циркуляции. Как видно из рис.1 обнаруженные ранее другими авторами особенности свойственны и для многолетнего изменения термического режима изучаемого нами района. Так, на построенных нами графиках многолетнего изменения температуры воздуха в Иркутске на фоне общей тенденции к повышению среднегодовой температуры воздуха наблюдалось несколько периодов с резкими понижениями температуры относительно среднего значения.



**Рис. 1.** Скользящие десятилетние средние температуры воздуха г.Иркутска (от  $+1^{\circ}$  до  $-2^{\circ}$  - годовые; от 18 до 16 – июльские; от  $-19^{\circ}$  до  $-23^{\circ}$  - январские)

В литературных источниках по климату [13-15] существуют противоречивые мнения о том, является ли это потепление последних лет кратковременным явлением на фоне более продолжительного похолодания или же это начало новой эпохи длительного потепления. Кроме указанных выше периодов, понижение наблюдалось и в 50-х и 70-х гг. В целом, средняя годовая температура воздуха в Иркутске колеблется около  $-1^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум средней годовой температуры воздуха составляет  $-2,5^{\circ}\text{C}$ . Такое значительное понижение температуры воздуха около среднего многолетнего значения

объясняется резким уменьшением поступления прямой солнечной радиации, вызванной снижением прозрачности атмосферы при извержении вулкана Катмай на Аляске 6 июня 1912 г. Абсолютный максимум средней годовой температуры воздуха в городе Иркутске положителен и равен  $1,9^{\circ}\text{C}$ . Такие теплые условия наблюдались в 1866 году. Повышение средней годовой температуры воздуха в Иркутске связано, главным образом, с ростом температуры в январе (рис.1), а не в июле, как логичнее было бы предполагать. Подобные изменения могут быть обусловлены, как показали многочисленные исследования, преобладанием экстремального развития зональной формы циркуляции и интенсивного западно-восточного переноса воздушных масс, их существенной трансформацией и перераспределением. Все перечисленные факторы способствуют повышению температуры воздуха в зимнее время. Эти выводы подтверждает расчет степени близости статистической связи между температурой воздуха в январе и среднегодовой температурой. Связь неоднородна, коэффициент корреляции оказался равным за весь период исследования 0,66. Как видно из таблицы 2 существует неоднородность связи: до середины 30-х гг. связь среднегодовой температуры воздуха и средней месячной температурой в январе практически не выражена и имеет обратный знак ( $r=-0,23$ ), а в последние годы (1937-1981) связь положительна и усилилась ( $r=0,73$ ).

Таблица 2.

*Коэффициенты корреляции среднегодовой температуры воздуха ( $t^{\circ}$ ) с температурой в январе ( $t^{\circ}$ ) и в июле ( $t^{\circ}$ ) в г. Иркутске*

| Период    | Коэффициент корреляции |       |
|-----------|------------------------|-------|
|           | t + t                  | t + t |
| 1891-1936 | - 0,23                 | 0,30  |
| 1937-1981 | 0,73                   | -0,68 |
| 1891-1981 | 0,66                   | 0,22  |

При сопоставлении многолетнего тренда среднегодовой температуры воздуха с колебаниями температуры в июле обнаружена в целом слабая ( $r=0,22$ ), а в последние годы устойчивая обратная взаимосвязь с коэффициентом корреляции равным - 0,68. Следует обратить внимание на смену знаков при анализе зависимости среднегодовой температуры с температурой в январе и в июле. Нами установлено, что цикличность в смене знаков линейной корреляции равна около 45 лет. С физической точки зрения трудно дать объяснение обнаруженной цикличности в многолетнем ходе среднегодовой температуры в Иркутске. Наличие 22-летнего цикла активных явлений на Солнце вполне закономерно определяет существование взаимосвязи среднегодовой температуры и солнечной активности. В действительности расчет коэффициента корреляции показал, что связь многолетних колебаний температуры воздуха в Иркутске и чисел Вольфа практически не выражена. Однако, совсем другое дело получается при сопоставлении трендов среднегодовой температуры и чисел Вольфа. Коэффициент корреляции оказался очень высокий и составляет 1,0. Наличие синхронности колебаний температуры и солнечной активности в течение пяти последних 10-летий нельзя считать случайным явлением. Однако реальность выявленной высокой связи требует дополнительного подтверждения. Таким образом, тренды среднегодовой температуры воздуха в Иркутске обусловлены процессами



глобального характера, а именно активностью на Солнце (образованию на нем пятен). Из сказанного можно заключить, что при сохранении тенденции нарастания солнечной активности в ближайшие годы следует ожидать синхронные колебания среднегодовой температуры. Добавим, что использовать полученную взаимосвязь для надежных прогнозов колебаний климата пока преждевременно, так как не раскрыта до конца физическая сущность причинно-следственных связей в системе Земля-Солнце и их воздействие на атмосферу в целом и распределение по отдельным районам. При анализе многолетних колебаний температуры воздуха очень важно оценить отклонения температуры воздуха от средней многолетней. Исследуя распределение знаков отклонений, можно с уверенностью утверждать, что в ходе годовых значений температуры воздуха в Иркутске за 156-летний период преобладали положительные отклонения. Их число почти в 2 раза больше, чем отрицательных отклонений. Наиболее теплыми в Иркутске были периоды 1835-1840 гг., 1938-1950 гг. С 1961 и по настоящее время отмечается самый длинный теплый период за все время наблюдений в городе. На наш взгляд, это обстоятельство нельзя объяснить только ролью циркуляционных факторов в формировании термического режима города. Необходимо выяснить, с чем связано такое потепление: с процессами глобального масштаба (тогда подобные сдвиги обнаружатся на других станциях), или же все-таки сказываются локальные условия и потепление определяется антропогенным загрязнением и формированием устойчивых в многолетнем разрезе "островов тепла". При выяснении данного вопроса проведена сравнительная характеристика отклонений для городов Черемхово и Иркутска за периоды с 1936-1950 (15 лет) и с 1961-1985 гг. (25 лет). В целом, за исследуемые периоды для Черемхово тоже выделяются периоды резкого потепления. Доминирующее преобладание положительных отклонений (80 случаев) относится к 15-летнему периоду (1936-1950 гг.). Синхронность изменений среднегодовой температуры воздуха в г.Иркутске в это время указывает на общность причин, обуславливающих преобладание "теплых лет". Полученные нами результаты хорошо согласуются с подобными выводами других исследований [12,13], указывающие на общую тенденцию потепления в этот период.

Что касается 25-летнего периода (1961-1985 гг.) для Черемхово, то здесь, хотя и наблюдается преобладание положительных отклонений среднегодовой температуры от многолетней средней (60 случаев), оно уже менее выражено по сравнению с синхронным изменением в Иркутске (92). Итак, если в Черемхово за 25-летний период чередуются годы относительно теплые и холодные, то в Иркутске, вне всякого сомнения, доминируют теплые. Близость расположения и нахождения указанных станций в пределах единого физико-географического района (Иркутско-Черемховская равнина) позволяют сделать вывод о все более возрастающем антропогенном влиянии города на изменение термического режима атмосферы.

Для получения более убедительных выводов относительно аномалий среднегодовых значений температуры воздуха нами рассчитан параметр  $P$  по формуле:

$$P = \frac{m - n}{m + n} \quad (1),$$

где  $m$  и  $n$  - число лет с положительными и отрицательными значениями аномалий температуры воздуха. Параметр  $P$  характеризует повторяемость одинаковых по

знаку аномалий. Как видно из таблицы 3, за 15-летний период, относительное число аномалий для Иркутска и Черемхово одинаково и составляет 0,5-0,6. Картина резко меняется, когда речь идет о последнем 25-летнем периоде. Для этого периода характерно интенсивное хозяйственное развитие вышеупомянутых городов. Здесь прослеживается явное преобладание в Иркутске теплых аномалий. Сопряженный анализ параметра  $P$  для станции Лиственничное (расположенной на берегу озера Байкал) и города Иркутска убедительно доказывает преобладание антропогенного потепления в крупном городе.

Таблица 3.

*Параметр  $P$  за различные периоды, рассчитанный по среднегодовым температурам.*

| Станция       | 1936-1950 | 1961-1985 |
|---------------|-----------|-----------|
| Иркутск       | 0,5       | 0,9       |
| Черемхово     | 0,6       | 0,3       |
| Лиственничное | 0,5       | 0,1       |

Анализ средней суточной температуры воздуха показывает, что ее изменение определяется двумя группами факторов - периодическими и непериодическими. Первые связаны в основном с изменением интенсивности солнечной радиации. Ко второй относят причины локального характера, связанные с погодными условиями и формированием местной термической циркуляции. Для характеристики степени выраженности изменения суточных температур под влиянием локальных условий нами проведено сравнение суточного хода температур воздуха в городе и сельской местности при ясной безоблачной погоде (табл.4). Как видно из таблицы, днем различие температур между городом и сельской местностью, как правило, незначительное. Оно быстро увеличивается после захода Солнца и сохраняется в течение всей ночи. В окрестностях города Иркутска январь, как правило, более холодный, чем в городе и его центре, то есть формирование острова тепла зимой более интенсивно, чем летом в среднем на  $4^{\circ}\text{C}$ . Подтверждается известный факт о том, что с удалением от центра города контраст температуры возрастает. Так разница средних суточных температур на метеостанциях Иркутск - Патроны в январе составляет  $1,8^{\circ}\text{C}$ , а для станций Иркутск - Хомутово возрастает до  $4,7^{\circ}\text{C}$ . В июле же эти различия существуют только между центром города и водохранилищем (Патроны) - сказывается охлаждающее влияние водных масс.

Таблица 4.

*Разности температуры между центром города Иркутска и другими пунктами в течение суток (1989 г.)*

| ЯНВАРЬ         |             |     |     |     |     |     |     |     |  |
|----------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| Пункты         | Время, часы |     |     |     |     |     |     |     |  |
|                | 23          | 02  | 05  | 08  | 11  | 14  | 17  | 20  |  |
| Патроны        | 2,5         | 2,4 | 2,2 | 2,2 | 1,7 | 0,2 | 0,8 | 2,1 |  |
| Уч. Молодежный | 1,9         | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 1,2 | 0,0 | 0,3 | 1,8 |  |
| Хомутово       | 5,3         | 5,5 | 4,6 | 4,3 | 4,4 | 5,3 | 4,9 | 5,1 |  |
| ИЮЛЬ           |             |     |     |     |     |     |     |     |  |
| Пункты         | Время, часы |     |     |     |     |     |     |     |  |
|                | 24          | 03  | 06  | 09  | 12  | 15  | 18  | 21  |  |

|                |      |     |     |     |     |     |      |      |
|----------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Патроны        | 1,2  | 1,1 | 1,0 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,1  | 1,0  |
| Уд. Молодежный | 1,0  | 1,1 | 1,0 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,3  | 0,2  |
| Хомутово       | -0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | -0,2 | -0,7 |

В литературе [16] известны сведения о существовании еще одной периодической флуктуации острова тепла. Имеется в виду внутринедельный обнаруженный при сравнении экстремальных суточных разностей температур между центром города и пригородом. Соответствующие данные, рассчитанные нами для центральных месяцев года приведены в таблице 5. Что касается внутринедельного цикла, то зимой в городе в будние дни в среднем на 1,7°С теплее, чем в Патронах и на 4,5°С теплее, чем в сельской местности (Хомутово). По субботам и воскресеньям эти разности возрастают соответственно до 2,0°С и 5,4°С. В выходные дни потоки тепла в городе возрастают за счет дополнительных притоков тепла при приготовлении пищи, включении электробытовых приборов. Притоки тепла могут быть увеличены при более интенсивном сжигании в эти дни бытовых отходов. В атмосферу поступает образующаяся при этом пыль и другие загрязняющие вещества, которые перекрывают уходящее длинноволновое излучение и приводят к повышению температуры воздуха в городе. Подобные проявления урбанизации происходят во всех крупных городах и по образному выражению Ю.Одума "потребление энергии делает города "горячими точками" [16].

Таблица 5.

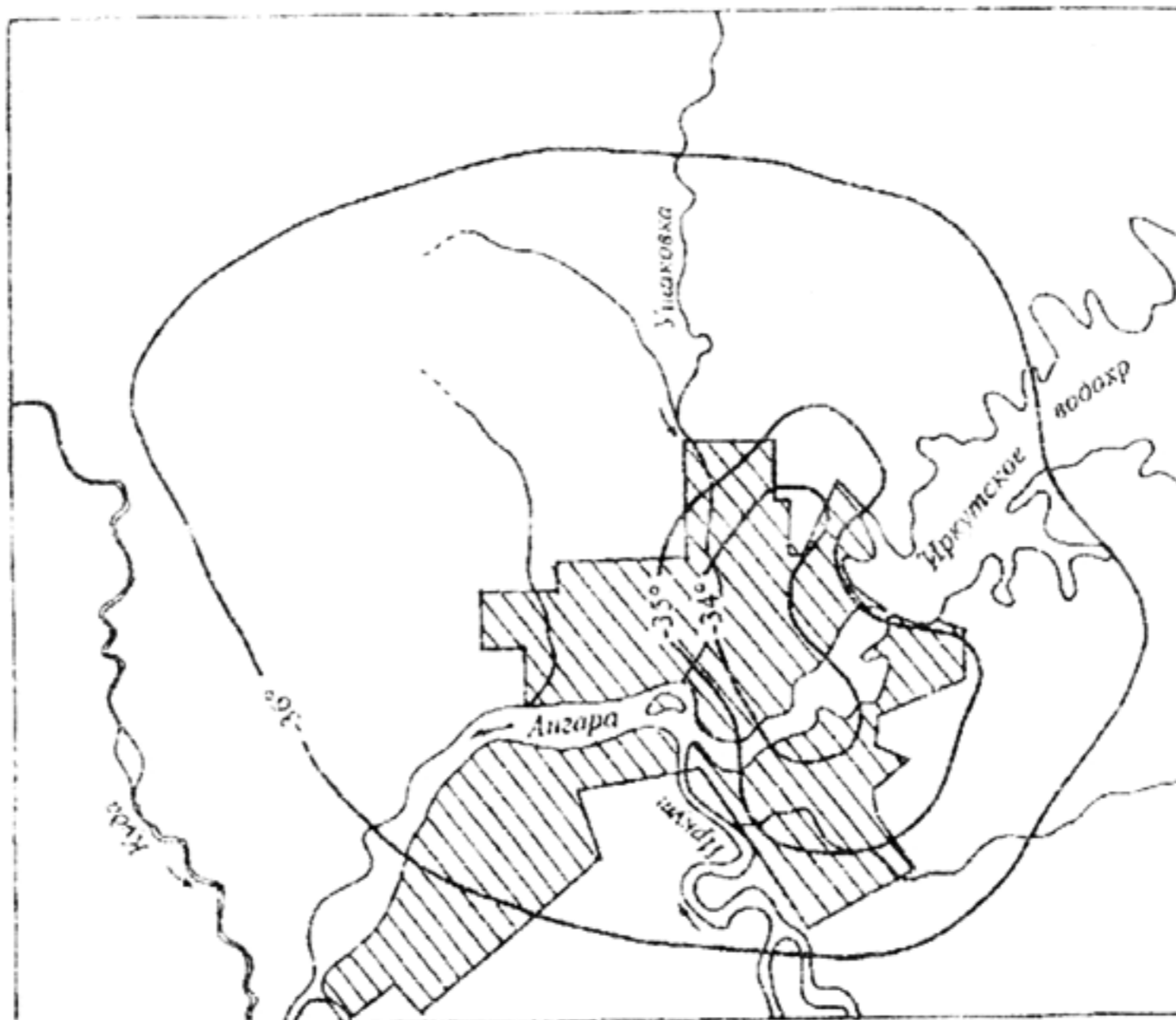
*Разность средних суточных температур между центром города Иркутска и сельской местностью по данным 1989 г. Разность Иркутск-Патроны (а), Иркутск-Хомутово (б).*

| Дни недели  | Январь |     | Июль |      |
|-------------|--------|-----|------|------|
|             | а      | б   | а    | б    |
| Воскресенье | 1,8    | 5,7 | 1,5  | 1,0  |
| Понедельник | 3,1    | 5,0 | 1,3  | -0,9 |
| Вторник     | 2,1    | 5,0 | 1,3  | 0,1  |
| Среда       | 0,3    | 3,9 | 1,2  | 0,5  |
| Четверг     | 0,9    | 3,8 | 1,3  | -0,8 |
| Пятница     | 2,3    | 4,7 | 1,2  | 0,5  |
| Суббота     | 2,1    | 5,1 | 1,0  | -0,1 |
| Среднее     | 1,8    | 4,7 | 1,3  | 0,0  |

Полученные нами данные говорят о довольно своеобразном развитии острова тепла. Так, в январе к середине недели (среда-четверг) наблюдается значительное снижение разности температур город-пригород-сельская местность. Такие явления трудно объяснить физически и в литературе подобного рода случаев не отмечается. Внутринедельный цикл в июле практически не выражен, если не считать некоторого повышения разности к воскресенью. Таким образом, отепляющее влияние города наиболее сильно проявляется в зимний период. Летом разности в средних месячных температурах в системе "город-пригород" незначительны и имеют небольшую тенденцию в сторону повышения температуры в городе, по сравнению с пригородом. То есть, в июле, в температурном режиме определяющая роль принадлежит циркуляционным факторам, благодаря чему различие между городом и пригородом сглаживаются и

местные факторы, определяющие локальный климат перекрываются процессами мезомасштабного характера.

Как было сказано, в Иркутске остров тепла существует и наиболее выражен зимой (рис.2) в условиях зимней антициклональной погоды, при которой значительны различия температуры воздуха между городской и сельской местностями. Поле температур в центральной части города Иркутска ограничивается замкнутыми изолиниями. Средняя суточная температура в центральной части города зимой на 1-2°C выше, чем в окружающей его местности. При дальнейшем росте города эта разность имеет тенденцию роста.



**Рис. 2.** Остров тепла в Иркутске 11 декабря 1979 г., изображенный при помощи изолиний среднесуточных температур воздуха.

Теперь перейдем к анализу безморозного периода. Согласно исследованиям [10] среднее квадратическое отклонение продолжительности безморозного периода в пределах исследуемого региона равно +13,8 дней с ошибкой 1,6. Иначе говоря, продолжительность безморозного периода будет отличаться от средних его значений на 14 дней. Даты наступления последнего и первого мороза отклоняются относительно средних на 10 дней. Как показали наши исследования 104-летнего ряда наблюдений в Иркутске (1891-1995 гг.) вариации от средней продолжительности безморозного периода значительно меньше и составляют 10 дней.

**Даты заморозков, средние за 60 и 12 лет (ИРКУТСК)**

|                      | Последний<br>Дата год | Первый<br>дата год |
|----------------------|-----------------------|--------------------|
| (1891-1950) - 60 лет |                       |                    |
| Средние              | 01 VI                 | 03 IX              |
| Наиболее ранние      | 13 V 1924             | 19 VIII 1945       |
| Наиболее поздние     | 23 VI 1900            | 29 VIII 1918       |
| (1939-1950) - 12 лет |                       |                    |
| Средние              | 30 V                  | 05 IX              |
| Наиболее ранние      | 15 V 1945             | 19 IX 1945         |
| Наиболее поздние     | 14 VI 1948            | 21 IX 1940         |

Как видно из таблицы, средняя дата последнего мороза за 60-летний период (1 июня) запаздывает на 1 день относительно даты 30 мая для последнего 12-летнего отрезка этого периода. Первый мороз в среднем наступает на 2 дня позже. Таким образом, средняя продолжительность безморозного периода за 1939-1950 гг. на 3 дня больше, чем для всего ряда (1891-1950). Анализируя периоды между наиболее ранними и поздними датами наступления заморозков, можно отметить, что они составляют 36-40 дней при рассмотрении 60-летнего ряда и в среднем 30 дней при 12-летнем периоде. Итак, какой бы разный по длительности период не рассматривался, в среднем отрезок времени между наиболее ранними и поздними датами наступления заморозков составляет в Иркутске около 33 дней. Сопоставление десятилетних скользящих средних позволило сделать ряд интересных выводов. Так, общий ход кривой для июля (см. рис. 1) очень хорошо совпадает с ходом кривой для продолжительности безморозного периода. Коэффициент автокорреляции подтверждает этот факт ( $r=0,49$ ). Однако, гораздо более высокая взаимосвязь продолжительности безморозного периода наблюдается с температурой годовых значений ( $r=0,73$ ). Иначе говоря, для теплых лет в целом характерно и увеличение продолжительности безморозного периода.

Таким образом, в теплые годы последний мороз весной наблюдается в Иркутске с вероятностью 67% на 12 дней раньше, а даты первых морозов осенью наступают позже также в среднем на 12 дней ( $+ 2^{\circ}\text{C}$ ). Народная примета о существовании более теплого лета после холодной зимы оправдывается.

В последнее время все чаще долгосрочные изменения климата связывают с уровнем солнечной активности. Известно, что усиление солнечной активности приводит к увеличению барических контрастов, следовательно к углублению циклонов и возрастанию мощности антициклонов.

Нами сделана попытка связать длину безморозного периода с пятнами на Солнце. Из статистического ряда продолжительности безморозного периода выделены годы, когда безморозный период выходил за границы  $+^{\circ}\text{C}$ . Из рассматриваемого 75-летнего ряда холодные годы (все случаи с X-C) наблюдались в 15% , а теплые (X+ C) в 12%. То есть, в целом число экстремумов примерно одинаково, но периодичность их различна. Отклонения от средней в сторону уменьшения ( $-^{\circ}\text{C}$ ) наблюдаются в Иркутске в основном до 1960 года, а годы с повышенной продолжительностью безморозного периода имеют устойчивую тенденцию встречаться гораздо чаще после 1960 г. Сейчас трудно однозначно сказать, связано ли это с изменениями климата в глобальном масштабе,

либо с изменениями локальных условий изучаемого района, например, заполнением Иркутского водохранилища или усилением антропогенного влияния города.

Расчет коэффициентов корреляции подтвердил наличие неоднозначной и неустойчивой связи продолжительности безморозного периода с уровнем солнечной активности. Годы с пониженной продолжительностью безморозного периода встречаются в основном на ветви роста чисел Вольфа с периодичностью 3-4 года и 11 лет, а годы с максимальным увеличением безморозного периода наблюдаются около минимума солнечных пятен со сдвигом + 1-2 года. Итак, максимальная продолжительность безморозного периода связана с минимумом солнечной активности, а в годы максимума наблюдается сокращение длины безморозного периода.

Таким образом, многолетние колебания температуры воздуха определяются под воздействием не только глобальных факторов, но и все более возрастающем антропогенном влиянии на них города. Город трансформирует проходящую над ним воздушную массу, прослеживается ярко выраженная тенденция к увеличению температуры воздуха и развитию острова тепла в крупном городе. В многолетнем ходе средней месячной температуры воздуха за последние 30 лет явно выражено преобладание теплых лет в январе и холодных в июле. Особенности формирования термического режима Иркутско-Черемховской равнины определяются зимой при преобладающей роли радиационных факторов, а летом - циркуляционных. В последние два 10-летия сохраняется устойчивая тенденция к увеличению общей продолжительности безморозного периода. Повышение среднегодовой температуры воздуха в Иркутске происходит за счет роста температуры в январе. Отепляющее влияние города наиболее сильно проявляется в зимний период. Наибольшая продолжительность безморозного периода наблюдается в годы минимума солнечной активности.

Повышение температуры воздуха, неизбежное при антропогенном воздействии, усиление физиологической сухости даже при незначительных концентрациях вредных веществ позволяют прогнозировать изменение биотической составляющей ландшафтов пригородных территорий в сторону развития термо- и ксерофитных видов. Особенно негативно антропогенное воздействие в подгорно-подтаежной подгруппе геомов, ландшафты которой находятся в неблагоприятных экологических условиях. Здесь наметилась тенденция к замене ландшафтов на более теплолюбивые и ксерофитные. Так, по мнению Л.И. Малышева и Г.А. Пешковой [17], остепнение распространяется на бывшие подлесные участки, т.е. происходит замена подтаежных сосновых и сосново-березовых групп фаций на лесостепные и степные. Эти выводы подтверждаются точкой зрения В.Б. Сочавы [8] об антропогенной природе возникновения степей Прибайкалья.

Проблема охраны окружающей среды в индустриально развитом регионе Верхнего Приангарья вызывает необходимость детального изучения закономерностей антропогенной трансформации экосистем в целях охраны природы и прогнозирования антропогенной динамики ландшафтов.

### Список использованных источников

1. Покшишевский В.В. Некоторые вопросы микрогеографического изучения городов СССР // Геогр. Сборник. - 1957. - т.11.
2. Крюков А.С. Типология ландшафтов городов// Вопросы географии городов. Волгоград, 1967.
3. Тютюник Ю.Г. Концепция городского ландшафта // География и природ. ресурсы. 1990. - № 2.
4. Исаченко А.Г. О так называемых антропогенных ландшафтах // Изв. ВГО - 1977 - Т.106, вып.1.
5. Гуцаленко В.И. Взаимодействие природных факторов и результатов градостроительной деятельности в формировании среды городов: Автореф. дисс. ...канд. Архитектуры. М., 1977.
6. Крюков А.С. Физико-географические условия г.Сталинграда и воздействие на них человека // Вопросы географии, 1956. - Вып.38.
7. Глазычев С.Н. Исследование природы урбанизированных территорий. Антропогенное воздействие на природные комплексы и экосистемы. - Волгоград, 1987.
8. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. - Новосибирск, 1978.
9. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. - Новосибирск: Наука, 1978.
10. Справочник по климату СССР.- Л.:Гидрометеиздат,1966.- Вып.22, ч.1
11. Справочник по климату СССР. Устойчивость и точность климатических характеристик. - Л.:Гидрометеиздат, 1976, ч.1.
12. Рубинштейн Е.С., Полозова Л.Г. Современное изменение климата. Гидрометеиздат, 1966.
13. Байдал М.Х., Неушкин А.И. Глобальные атмосферно-циркуляционные факторы климата и их тенденции на ближайшие десятилетия // Физические основы изменения современного климата.- М. 1987.
14. Борисенков Е.И. Основные тенденции естественных и антропогенных изменений климата // Физические основы изменения современного климата. – М., 1978.
15. Кондратьев К.Я. Радиационные факторы современных изменений глобального климата.- Л.:Гидрометеиздат.- 1980.
16. Ландсберг Г.Е. Климат города.- Л.:Гидрометеиздат, - 1983.
17. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Состав и особенности флоры Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1987.

*О. А. Бархатова*

## **Накопление EPISCHURA BAICALENSIS липофильных ксенобиотиков в присутствии пищи**

Озеро Байкал - крупнейшее хранилище пресной воды нашей планеты, поэтому процессы, определяющие качество этой воды требуют особенного пристального внимания. Наибольшую актуальность приобретает изучение роли массовых видов планктона в процессах самоочищения водоема.

Предполагается, что в самоочищении вод оз. Байкал важную роль играет рачок-фильтратор *Epischura baicalensis* Sars. (Copepoda, Calanoida), который доминирует над остальным планктоном в пелагиали озера. На его долю приходится