

## ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

О климатических ресурсах метеорологи говорят и пишут с давних пор. Поначалу термин „климатические ресурсы” не определялся. Авторы исходили из того, что под словом „ресурс” подразумевается все то, что каким-то образом может быть использовано.

Климат, безусловно, оказывает влияние на человека, и совершенно очевидно, что многие его элементы находят применение в повседневной практике. Например, осадки используются для орошения полей, энергия ветра и Солнца с помощью специально создаваемых ветровых и солнечных установок преобразуется в другие виды энергии, используемые человеком. Таким образом, информация о климате, безусловно, полезна человеку как в быту, так и в хозяйственной деятельности.

В начале рассматриваемого исторического периода (с 1945 г.) понятие „климатические ресурсы” идентифицировалось с понятием „климатические условия”. Любые особенности климата того или иного района, представленные общепринятыми климатическими показателями (например, средними значениями или показателями температуры воздуха, осадков, ветра, влажности и других метеорологических величин), называли климатическими ресурсами.

Описаний климатических ресурсов, понимаемых таким образом, с начала рассматриваемого периода и практически до последнего времени составлено очень много. По сути дела, к ним относятся почти все работы по климатографии России и земного шара. Авторы этих работ исследовали преимущественно общие запасы тепла, влаги, света, ветра, снега на основе базовой климатической информации безотносительно к целям их использования.

В послевоенный период проведен целый ряд важнейших исследований, в результате которых получен богатейший климатический материал. В 1960-х годах издавался климатический многотомный справочник, включающий как многолетние климатические характеристики, так и средние месячные значения метеорологических величин за отдельные годы.

По данным этого справочника в 1970-х годах была выпущена серия монографий по регионам СССР под руководством А. Н. Лебедева. В них всесторонне и подробно представлены климатические особенности различных районов Советского Союза. Эти монографии так же, как и климатический справочник, находят широкое применение в хозяйстве, т. е. служат неоценимым источником информации о ресурсах климата. На их основе, например, развивается агроклиматология.

Агрометеорологи привлекают для обозначения ресурсов специальные климатические показатели. Агроклиматические показатели более точно выражают ресурсы климата как некоторый „запас” вещества и энергии в атмосфере и почве. В качестве таких показателей в агроклиматологии используются, например, суммы активных температур воздуха, средние значения фотосинтетически активной радиации (ФАР) и другие, определяющие рост и развитие растений и сельскохозяйственных культур.

В 1970-х годах были созданы и опубликованы под руководством О. А. Дроздова и В. В. Орловой 170 томов нового справочника по климату Советского Союза. Характеристики данного справочника рассчитаны за период 1890—1960 гг. Помимо средних значений и повторяемости различных значений метеорологических величин, в справочнике содержится ряд прикладных климатических характеристик, используемых в строительстве, энергетике, сельском хозяйстве. Многие из них, например температура наиболее холодной пятидневки и однодневки, были включены в строительные нормы и правила.

В 1990-х годах в дополнение к данному справочнику был разработан научно-прикладной справочник по климату СССР в 40 томах, в котором не только расширяется базовая информация за счет моментов 2—3-го порядков и корреляционных функций (к сожалению, по ограниченному числу станций) и продления рядов до 1980—1985 гг., но и усиливается практическая направленность. Научно-организационное руководство работами осуществлялось редакционной коллегией Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидромета СССР) под председательством д-ра физ.-мат. наук проф. Е. П. Борисенкова.

В состав этого справочника входит серия 4 „Климатические ресурсы”, в которой представлены ресурсы тепла, света, влаги и

снега в виде осредненных по территории экономических районов средних многолетних характеристик температуры воздуха, освещенности, осадков, высоты снежного покрова.

Особо следует отметить серию справочников, монографий, а в последующем климатических атласов и справочников по климату зарубежных стран, создававшихся до 1980-х годов под руководством д-ра геогр. наук А. Н. Лебедева, а позднее под руководством д-ра физ.-мат. наук проф. Е. П. Борисенкова. В этих изданиях подробно представлены особенности климата всех континентов: Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Африки и Австралии.

Между тем возникшие во второй половине XX в. экологические и экономические проблемы, необходимость энерго- и ресурсосбережения заставили ученых различных специальностей обратить пристальное внимание на исследование природных ресурсов. Встал вопрос и о такой нетрадиционной разновидности природных ресурсов, как климат. Появилась необходимость в уточнении понятия „климатические ресурсы”.

Можно ли рассматривать такую категорию, как климат, в качестве ресурса? Имеет ли климат основные свойства ресурса? Как назначить цену климату? Не является ли климат общей собственностью? Что вообще такое климатические ресурсы, и какими количественными показателями их можно выразить? Без ответа на эти вопросы и разработки концепции климатического ресурса стало трудно говорить о ресурсном подходе к изучению климата. В этот период климатические ресурсы были включены в круг природных ресурсов.

В 1980-х годах организуется ряд международных мероприятий, на которых обсуждается проблема климатических ресурсов. Сделаны попытки получить ответы на поставленные выше вопросы. В докладе рабочей группы по климату „Международные перспективы изучения климата и общества” подчеркивается необходимость развивать концептуальное обоснование экономических оценок климата. Авторы доклада утверждают, что поскольку климат меняется в пространстве и во времени, он имеет основные свойства ресурса: ограниченность и цену, т. е. доступен экономическому обоснованию.

Действительно, если бы климат не менялся в пространстве и во времени, то он не был интересен в экономическом плане, был

бы просто однородной внешней средой, в рамках которой проходила бы человеческая деятельность. В этом случае не надо было бы заботиться о том, чтобы присвоить этой среде цену. Но именно изменчивость климата обеспечивает его ограниченность, и благодаря этому встает вопрос о ресурсах климата и его цене. Значение дифференциации климата часто недооценивают при определении цены земельных ресурсов. Например, два участка земли, расположенные в различных климатических условиях, но идентичные во всем остальном, будут иметь разную цену за счет климата. Поскольку увеличивается возможность менять климат намеренно или непреднамеренно, он становится более пригодным к продаже или приобретению. Авторы считают, что если некоторые климатические условия могут быть созданы человеком, то климат становится товаром и ему следует приписать цену так же, как чистому воздуху или чистой воде. При этом климат как товар должен регулярно включаться в экономический анализ. Эта задача не является простой, так как, во-первых, климат имеет черты общей собственности, во-вторых, цена климата определяется по длинному периоду, иногда в течение жизни целого поколения, а современный экономический анализ приспособлен для принятия решений на более короткие периоды.

Черты общей собственности макроклимату придает циркуляция атмосферы. Например, в атмосферу и океан сбрасываются различные отходы производства, которые разносятся вследствие атмосферных и океанических течений во многие районы. К микроклимату это не относится, он индивидуален.

В связи с тем что климат имеет черты общей собственности, а также из-за того, что при оценке климатических ресурсов следует учитывать развитие экономики и природы и их состояние в будущем, разработка концепции ресурсного подхода чрезвычайно сложна, и одним из наиболее сложных является вопрос о том, какую цену назначать климатическому ресурсу.

Некоторые ученые предлагают определить эту цену через „индекс комфорта“. Ведь степень комфортности очень существенна для производителя. К примеру, если жарко или наблюдается большая влажность, сокращается число рабочих часов, уменьшается интенсивность работы и внимание работников. Еще важнее комфортность для индустрии отдыха. Тот или иной уровень комфортности может быть достигнут, например, за счет ото-

пления и кондиционирования, затраты на которые можно определить.

Другим способом количественной оценки, предложенным на заседании рабочей группы и используемым в последнее время, является рассмотрение климата как потенциала для различных видов производственной и социальной деятельности. Такие климатические потенциалы могут быть оценены как функции затрат. Сравнивая затраты и прибыль, можно попытаться измерить экономическую ценность, присущую эксплуатируемым климатическим потенциалам.

Изменения климата, если они реализуются, также могут приобрести вполне определенную цену. Имеются пути для измерения колебаний прибыли или потерь из-за флюктуаций климата.

На совещаниях по климатическим ресурсам в Болгарии и Чехословакии (1989—1990 гг.) венгерские ученые доложили результаты по проблеме „Всесторонние научные исследования природных ресурсов страны”. Докладчиками было сформулировано определение природных ресурсов. В соответствии с этим определением природными ресурсами считаются „элементы природной среды (земной коры, поверхности Земли и атмосферы), которые при определенном уровне развития производительных сил могут экономно использоваться для удовлетворения материальных потребностей общества, а также и те, которые, как природные данности, в результате своих спонтанно или сознательно измененных воздействий позволяют эффективно использовать остальные природные ресурсы или влияют на их эффективное использование”.

Атмосферными ресурсами авторы считают „те  
— вещества (например, газы, аэрозоли, влажность);  
— свойства (температура, давление);  
— процессы (например, осадкообразование, образование облаков);  
— энергии (например, кинетическая энергия, солнечная радиация) атмосферы, которые при определенном уровне производительных сил могут экономично использоваться”.

Авторы доклада считают, что использование атмосферных ресурсов может быть активным, или прямым, и пассивным, или косвенным. Примерами прямого использования атмосферных ресурсов (посредством лишь некоторого технического вмеша-

тельства) являются преобразование солнечной и ветровой энергии в другие виды энергии; орошение полей за счет атмосферных осадков и т. п.

Под пассивным использованием атмосферных ресурсов подразумеваются различные хозяйственные мероприятия и решения, которые прямо не воздействуют на атмосферные ресурсы, но позволяют утилизировать сравнительные выгоды, заключающиеся в климатических характеристиках. Например, ориентирование строящихся зданий с учетом преобладающего направления ветра и поступления солнечной радиации, более правильное использование климатических ресурсов в сельском хозяйстве и т. п.

В заключение доклада венгерские климатологи высказали соображение о том, что помимо натуральных характеристик ресурсов, следует найти некоторый климатический эквивалент ресурса.

Однако климатические ресурсы большинство исследователей продолжают вплоть до последнего десятилетия выражать в натуральных единицах.

Отдельные авторы, прежде всего агроклиматологи, все же используют некоторые эквиваленты, например величину получаемой сельскохозяйственной продукции на конкретной территории. К основным агроклиматическим показателям в настоящее время относятся показатели тепло- и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, баллы относительной продуктивности, баллы сельскохозяйственного бонитета климата.

За рассматриваемый период времени было предложено много различных специализированных показателей тепло- и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур. В частности, для оценки условий теплообеспеченности используются суммы эффективных температур (разность между средней суточной температурой и биологическим нулем данной культуры), суммы активных температур, средняя суточная температура после ее перехода через биологический нуль развития данного растения, средняя температура воздуха самого теплого месяца, продолжительность безморозного периода и периодов с температурой воздуха выше 0, 5, 10 и 15 °С, средний из абсолютных годовых минимумов, средняя температура воздуха самого холодного месяца

ца, средняя высота снежного покрова за декаду с наибольшей его высотой и в период с наиболее низкой температурой.

Для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур используются гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова, показатель увлажнения Д. И. Шашко (комплексные показатели суммы средних суточных дефицитов парциального давления соответственно), а также показатели увлажнения П. И. Колоскова (суммы осадков, дефицит влажности, влажность почвы), Н. М. Иванова, Г. М. Высоцкого (сумма осадков, испаряемость), С. А. Сапожниковой (осадки за период с температурой  $> 10^{\circ}\text{C}$ , испаряемость и влагозапасы почвы), М. И. Будыко (радиационный баланс сухости, годовые суммы радиационного баланса и количества тепла, необходимого для испарения годовой суммы осадков), Л. С. Кельчевской (фактические и оптимальные запасы влаги в метровом слое почвы за вегетационный период).

В 1960—1970-е годы вышел целый ряд работ по агроклиматическим ресурсам. Среди них работы Ф. Ф. Давитая, Г. Т. Селянинова, С. А. Сапожниковой, монографии по агроклиматическим ресурсам разных областей.

В 1972 г. климатологами Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (ГГО) был создан Агроклиматический атлас мира, в котором были разделы: „Общие сведения”, „Термические ресурсы вегетационного периода”, „Условия увлажнения с/х культур”, „Агроклиматические аналоги”. Анализ агроклиматических ресурсов выполнен на основе как специализированных климатических показателей, так и базовых показателей температуры, осадков и других метеорологических величин. В этом же году издана монография Г. М. Сергеева „Агроклиматические ресурсы лесной зоны Западно-Сибирской равнины”, автор которой пошел еще дальше, используя для агроклиматического районирования комплексную специализированную характеристику — биоклиматический потенциал (БКП), введенный агроклиматологами ранее на основе установления корреляционных связей урожайности сельскохозяйственных культур на госсортоучастках и опытных научных станциях с показателями тепла и влаги и их соотношений. В этой монографии приводятся обобщенные характеристики агроклиматических наблюдений, такие как фенологические и характерные особенности основных сельскохозяйствен-

ных культур, оптимальные сроки сева, даты возобновления вегетации и цветения преобладающих видов луговых растений, сроки выпаса скота.

Данные показатели, а также БКП были использованы Д. И. Шашко для построения карты агроклиматических ресурсов. Основным критерием для выделения районов с различными агроклиматическими ресурсами, удобным для сравнительной оценки (в баллах) их биологической продуктивности относительно средней для страны, послужила биологическая продуктивность  $B_k$ , определяемая по формуле

$$B_k = K_p (\text{КУ}) \frac{\sum t_{ak} \cdot 100}{1900} = 55 \text{БКП},$$

где  $K_p (\text{КУ})$  — коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения (или коэффициент биологической продуктивности);  $\sum t_{ak}$  — сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации растений в данном районе.

Сумма базовых активных температур в России для средней биологической продуктивности может быть принята равной 1900 °С. Средняя продуктивность культур широкого ареала (зерновых) соответствует значению БКП ~ 1,9, которое принято за эталон (100 баллов) при районировании по агроклиматическому потенциалу.

Еще более совершенным является районирование агроклиматических ресурсов, выполненное Е. К. Зойдзе.

Значительно продвинулись в количественном описании климатических ресурсов специалисты по ветроэнергетике. Проблема освоения энергии ветра интересует исследователей уже давно. Большой вклад в развитие отечественной ветроэнергетики внесли в 1920—1930-е годы Н. В. Красовский и Н. В. Симонов, в 1950—1960-е годы — Е. М. Фатеев и Г. А. Гриневиц, в 1970-е — Я. И. Шеффер и др.

Несмотря на огромный мировой опыт и достигнутые успехи в области эффективного хозяйственного освоения энергии ветра и Солнца, решение данной проблемы имеет ряд чисто технических трудностей и немало вопросов принципиального характера, связанных с серьезным климатологическим обоснованием возмож-

ности и эффективности использования возобновляемых источников энергии Солнца и ветра в тех или иных природных условиях.

С методической точки зрения изучение особенностей режимов стохастической изменчивости как ветровой, так и солнечной энергии имеет много общего.

Исследования пространственного распределения ветровых и гелиоресурсов интенсивно развивались в 1980-х годах. Первая карта потенциальных ветроресурсов СССР была построена в России в 1983 г. До этого времени мировая карта потенциальных ветроресурсов, включая Россию, была создана Эллиотом. Упрощенная методика ее построения была принята и в работе Н. В. Кобышевой и соавторов. Суть методики состоит в следующем. Как известно, потенциальные ветроресурсы рассчитываются по формуле

$$\bar{p} = \frac{1}{2 \bar{\rho} \bar{v}^3}; \quad \bar{v}^3 = (\bar{v})^3 (1 + 3c_v^2 + Ac_v^3),$$

где  $\bar{p}$  — плотность мощности ветра;  $\bar{v}$  — средняя скорость ветра;  $c_v$  — коэффициент вариации скорости ветра;  $A$  — коэффициент асимметрии распределения скорости ветра.

Расчеты могут выполняться для года, и тогда  $\bar{v}$ ,  $c_v$  и  $A$  являются характеристиками годовой совокупности скоростей ветра, или для месяца, и в этом случае  $\bar{v}$ ,  $c_v$  и  $A$  — характеристики месячной совокупности скоростей ветра.

Расчет  $\bar{p}$  значительно упрощается, если полагать, что распределение скорости ветра описывается функцией Максвелла. В этом случае  $c_v = 0,52$ ,  $A = 0,63$  и  $\bar{v}^3 \approx 1,9 (\bar{v})^3$ . Таким образом, для расчета потенциальных ветроресурсов можно обойтись лишь одним параметром — средней скоростью ветра.

В дальнейшем распределение потенциальных ветроресурсов на территории уточнялось в ряде работ. Использовались не одна, а две первые статистики распределения скоростей ветра и двухпараметрические функции распределения (Вейбулла, Гумбеля) и даже трехпараметрические (Гринвича). По данным всех указанных авторов, была получена примерно одинаковая картина распределения ветровых ресурсов.

Наибольшие ветроресурсы наблюдаются в трех основных районах на территории европейской и азиатской частей России. Первый ветронасыщенный район со средними скоростями от 4 до 6 м/с, а местами 8—10 м/с и удельной мощностью ветрового потока на высоте 10 м 200—450 Вт/м<sup>2</sup> охватывает мелководную часть Финского залива, юг акватории Ладожского озера, побережье Кольского полуострова, Новой Земли, Охотского моря у Магадана и п-ова Камчатка, Курильские острова. На уровне 50 м удельная мощность ветрового потока превышает 800 Вт/м<sup>2</sup>, а на Курильских островах — 1000 Вт/м<sup>2</sup>.

Второй район со скоростями ветра 7—8 м/с в январе и удельной мощностью ветрового потока до 500—700 Вт/м<sup>2</sup> на высоте 10 м и 1000—1400 Вт/м<sup>2</sup> на уровне 50 м занимает среднюю зону Северного Кавказа и Приморский край вблизи Владивостока.

Третий перспективный с точки зрения развития ветроэнергетики район включает участки побережья Черного и Азовского морей и невысоких горных массивов Южного Урала. Здесь средняя скорость ветра зимой составляет от 7 до 10 м/с, а удельная мощность ветрового потока на высоте 10 м — около 500—1000 Вт/м<sup>2</sup> и на высоте 50 м — 1000—2000 Вт/м<sup>2</sup>. В горах Южного Урала зимой удельная мощность ветрового потока может достигать 4000 Вт/м<sup>2</sup>.

Экономический потенциал ветроэнергетики оценивается в 16 млн. т условного топлива.

Гелиоресурсы также исследуются с давних пор и в ряде зарубежных стран, расположенных в низких широтах (южнее 40—50° с. ш.), используются для удовлетворения бытовых нужд в частных домах. Экономический потенциал солнечной энергии несколько меньше, чем ветровой энергии, и оценивается примерно в 3 млн. т условного топлива.

Впервые распределение гелиоресурсов по территории СССР было представлено в монографии З. И. Пивоваровой и В. В. Стадник. К районам, пригодным для развития гелиоэнергетики, где в году число часов солнечного сияния составляет 2000 и более и суммы солнечной радиации равны 600—800 Вт/м<sup>2</sup>, относятся Астраханская, Волгоградская, Ставропольская области, Северный Кавказ, Черноморское побережье в районе Сочи, Дагестан, Калмыкия, Тува, Бурятия, Приморье.

В 1998 г. издан Атлас ветрового и солнечного климата, в котором представлен ряд карт ветровых и солнечных ресурсов. Следует отметить, что климатические исследования ветровых и гелиоресурсов в силу экономической востребованности развивались более интенсивно и продвинулись дальше, чем исследования в области других видов климатических ресурсов.

Отличительной особенностью описания ветровых и гелиоресурсов является анализ наряду с потенциально возможными ресурсами технических и реальных ресурсов. Картирование технических (связанных с определенными видами ветро- и гелиоэнергетических установок — соответственно ВЭУ и ГЭУ) и реальных (с учетом возможностей расположения ВЭУ и ГЭУ) ресурсов позволяет уже сейчас или в ближайшей перспективе оценить возможности утилизации энергии с помощью имеющейся ветро- и гелиотехники, оценить вклад ветроэнергетики в энергообеспечение России.

Много ресурсных работ относится к разделу биоклимата. Биоклиматические ресурсы в основном составляют часть рекреационных ресурсов. Этот вид ресурсов изучается достаточно давно для различных курортных районов страны. Ряд работ посвящен описанию рекреационных (в первую очередь климатических) ресурсов Кавказа, а также природных районов во многих частях России. Для этих районов приводится, по сути, характеристика климатических условий с точки зрения их использования в лечебно-курортных целях. Некоторые из данных работ основываются на физиологических классификациях погод. В них выделены параметры климата, влияющие на состояние человека.

В 1990-х годах возникает особенно большой интерес к природным и, в том числе, климатическим ресурсам. Всем становится очевидной необходимость количественного описания этих видов ресурсов, сравнения количества ресурсов в разных районах, соотношения различных видов ресурсов в заданном районе.

Появляется много различных определений понятий „природные ресурсы” и „климатические ресурсы”. Всю совокупность определений климатических ресурсов можно разбить на две группы: географические и экономические. И те и другие имеют общую часть в следующей формулировке: „климатическими ресурсами называются запасы энергии, вещества и информации в атмосфере, земной коре и на поверхности, которые могут быть

использованы". В конце определения географы добавляют: „в сколь угодно отдаленной перспективе”, т. е. речь идет о теоретически возможном использовании, а экономисты утверждают, что это такие запасы, которые могут использоваться „при современном уровне развития производительных сил, в соответствии с возможностями и потребностями общества для улучшения качества жизни”.

При районировании природных, в том числе климатических, ресурсов географы используют в качестве территориальных единиц природной зоны таксоны, а экономисты — административно-хозяйственные районы.

В настоящее время стала ясна насущная необходимость в ресурсном подходе при изучении влияния климата не только на сельское хозяйство, человека и энергетику, но и на все другие области экономики и социальной сферы. Ресурсный подход способствует структурной перестройке экономики и ее качественному обоснованию, являясь одним из факторов формирования экономической структуры регионов, территориальной организации страны.

Наиболее прогрессивные географы разработали методiku количественного описания природных ресурсов. Больше других в этом преуспели специалисты Института географии Сибирского отделения Академии наук. И. Л. Савельевой предложена система условных единиц. Исходным положением, принятым в ее работе, служит допущение о равновеликой значимости оцениваемых ею групп ресурсов для развития производительных сил страны. Автор рассматривает следующие группы ресурсов: полезные ископаемые, земельные, водные, лесопромышленные ресурсы.

Суммарные общероссийские показатели каждого из потенциалов отдельной группы ресурсов приравнивались к 1000 условных единиц, и затем осуществлялся пересчет отдельных групп ресурсов, выраженных различными показателями (баллы, рубли, гектары и т. д.), в единые сопоставимые единицы, которые определялись в соответствии со значимостью одной условной единицы в общероссийских показателях их суммарного потенциала. В результате И. Л. Савельевой была достигнута возможность сопоставления ресурсного потенциала различных регионов, установления их региональной структуры и выделения типов регионов по природно-ресурсному признаку.

В этом же ряду работ находится статья Л. Б. Башалхановой, в которой на основе совокупного воздействия метеорологических параметров и их продолжительности на человека и степень благоприятности его проживания составлена таблица качественной балльной оценки.

Продолжительность периодов со средней суточной температурой воздуха ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ , т. е. с погодой, при которой ограничивается или запрещается проведение работ на открытом воздухе, связана с опасностью обморожений, снижением эффективности труда и повышением вероятности простудных и обострения хронических заболеваний. Продолжительность периодов с РЭЭТ (радиационно-эквивалентно-эффективная температура) выше  $8^{\circ}\text{C}$  (ниже порога относительно благоприятных теплоощущений одетого по сезону человека) и с резкими (выше  $6^{\circ}\text{C}$ ) перепадами температуры воздуха косвенно характеризует степень благоприятности лета и дискомфорта территории в течение года. От длительности безморозного периода и суммы средних суточных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  зависит также возможность выращивания различных культур в открытом грунте. Нарушение в нормальной смене дня и ночи способствует повышению психоэмоциональной напряженности человека и снижению степени надежности выполнения им определенных видов работы. Другой важной характеристикой является длительность ультрафиолетового голодания (УФГ). Известно, что недостаточные дозы УФ радиации, как и избыточные, приводят к патологическим изменениям в организме человека.

Каждой градации факторов соответствует определенный балл: от лучших условий (1 балл) до наиболее жестких (5 баллов). По сумме баллов различают пять уровней дискомфорта климата: 0—15 баллов — умеренный дискомфорт, 15—25 — сильный, 25—35 — очень сильный, 35—45 — жесткий, 45—55 — крайне жесткий. Таким образом, оценка естественных ресурсов климата позволяет дифференцировать территорию по степени благоприятности для проживания человека. Каждый уровень дискомфорта может иметь стоимостное выражение через вынужденное сокращение рабочего времени, удорожание затрат на создание благоприятных условий проживания, работы и отдыха человека, приобретение одежды с необходимой теплоизоляцией, формирование потребительской корзины.

Результаты исследований И. Л. Савельевой и Л. Б. Башалхановой, а также еще целого ряда авторов представлены в монографии „Природно-ресурсный потенциал Иркутской области”. В ней дается всесторонняя оценка природно-ресурсного потенциала Иркутской области по ее административным районам. Определено место природных ресурсов области в стране и мире. Выявлены закономерности территориальной дифференциации минерально-сырьевых, водных, гидроэнергетических, ветроэнергетических, лесных, охотничье-промысловых, рекреационных ресурсов.

Большим достижением авторов данной работы можно считать составленную ими стоимостную оценку всех рассмотренных видов природных ресурсов.

Указанная монография может служить образцом для описания климатических ресурсов. Используемые в ней подходы к количественной оценке ресурсов можно частично применять и при оценке климатического потенциала России.

Вместе с тем существует еще одна важная проблема в изучении климатических ресурсов — это прогноз. Как и по всем другим ресурсным проблемам, первыми при постановке и попытках решения данной проблемы оказались агрометеорологи. В статье „Стохастическое моделирование и прогноз агроклиматических ресурсов при адаптации сельского хозяйства к региональным изменениям климата на территории России” В. А. Жуков и О. А. Святкина предложили методику прогноза агрометеорологических условий, основанную на использовании алгоритмов распознавания образов, аппарата цепей Маркова и принципа аналогичности. Суть метода состоит в том, что осуществляется поиск для исследуемой территории группы районов, климат которых в настоящее время приближается по своим параметрам к прогнозируемому для данной территории. Затем осуществляется стохастическое моделирование поведения системы климат—урожай на территории-аналоге, и характеристики неблагоприятных условий погоды экстраполируются на исследованную территорию.

Использование известной в экологии концепции, в соответствии с которой нормальный рост и развитие растений обеспечены в тех случаях, когда важнейшие циклы их развития совпадают с периодами, благоприятными для них по погодным условиям, и выявление неблагоприятных внешних отрезков в течение

вегетационного периода позволяют определить математическое ожидание потерь урожая каждой культуры в аномальные годы на территории исследуемого региона и будущие агроклиматические ресурсы.

В заключение следует отметить большую практическую значимость эколого-экономической оценки климатического ресурсного потенциала страны, так как любое производство, по существу, основано на использовании природных и, в том числе, климатических ресурсов.

В России подготовлена к изданию „Энциклопедия климатических ресурсов”.