

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ECOLOGY AND NATURAL MANAGEMENT

УДК 551.5 (571.61)

Рачук В.В., ГНУ ВНИИ сои

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ ПРИАМУРЬЯ

В статье представлен анализ динамики основных агроклиматических ресурсов за последние 25 лет (1985 – 2009 гг.) в Благовещенском и Тамбовском районах Амурской области. Результаты сравниваются с агроклиматическими характеристиками первой половины 20 века и нормами за весь имеющийся период наблюдений.

По столетним трендам – (1910-2009 гг.) среднемесячной температуры воздуха за тёплый период года в Благовещенске составлен прогноз средней температуры воздуха с апреля по октябрь на два года вперёд – 2010-2011 и на 10 лет – к 2020 году.

Rachuk V.V., Soya Scientific Research Institute

CURRENT STATE AND THE CHANGE FORECAST OF AGROCLIMATIC RESOURCES IN SOUTHERN ZONE OF PRIAMURYE

In this article the analysis of dynamics of basic agroclimatic resources for the last 25 years (1985 – 2009) in Blagoveshchensk and Tambovskiy districts of the Amur region is presented. The received results are compared to agroclimatic characteristics of the first half of 20th century and norms for all available period of supervision.

On centenary trends – (1910-2009) of monthly average temperature of air for the warm period of year in Blagoveshchensk the forecast of average temperature of air from April till October for two years forward – 2010-2011 and for 10 years – by 2020 was made.

Изменение климата в Амурской области было проанализировано ещё в 70-е годы прошедшего столетия по наблюдениям метеостанций с начала основания по 60-е годы. В результате сотрудниками Амурской зональной гидрометобсерватории, научно-исследовательского института географии Сибирского отделения АН СССР, Амурского комплексного научно-исследовательского института (АмурКНИИ) была дана полная климатическая характеристика и построены 15 климатических карт [1]. В 1973 году сотрудниками Хабаровской гидрометеобсерватории был составлен справочник по агроклиматическим ресурсам Амурской области [2], а в 1985 году отделом агрометеорологических исследований Хабаровского филиала государственного метеорологического центра под методическим руководством канд. географ. наук Л. И. Сверловой для центральных усадеб совхозов и колхозов области были рассчитаны основные агроклиматические показатели [3].

Изменение климата, которое учёные климатологи называют «глобальным потеплением», происходящее особенно ощутимо в последние 20-30 лет, требует более внимательно изучения и в нашем регионе.

Сочетание тепла и влаги на протяжении всего вегетационного периода является в большинстве случаев определяющим фактором для роста и развития зерновых, зернобобовых и овощных культур. Неблагоприятные погодные условия негативно влияют на урожайность сельскохозяйственных культур. Основные площади посевов сои сосредоточены в южной зоне Приамурья, поэтому анализ динамики основных агрометеорологических параметров на юге Амурской области безусловно имеет важное значение.

Среднемноголетние значения температуры воздуха. Для оценки изменений климата сравним среднемноголетние значения температуры воздуха по Благовещенску с 1860 по 1965 год в справочнике по климату СССР [4], с

начала наблюдений по 2009 год, а также за последние 25 лет, (табл. 1).

Среднегодовое значение температуры воздуха по Благовещенску были уточнены Амурским ЦГМС в 2009 году – вторая строка в таблице 1.

Средняя годовая температура воздуха (норма) в Благовещенске в XX и начале XI века по сравнению с периодом наблюдений по

1965 год повысилась на 0,6 °С. За последние 25 лет средняя годовая температура воздуха составила уже 1,7 °С.

Среднегодовое значение температуры воздуха не остаётся стабильным, то есть эту величину, скорее всего, можно назвать «динамичной нормой». Причём температура воздуха повышается с большой скоростью.

Таблица 1

Среднегодовое значение температуры воздуха в °С по г. Благовещенску

Период	Месяцы												Год
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
1860 -1965	-24,3	-18,6	-9,4	2,6	10,9	17,8	21,4	19,1	12,1	2,1	-11,5	-21,8	0,0
1860 -2009	-23,4	-18	-8,5	3,6	11,9	18,7	21,4	19,1	12,1	2,5	-10,9	-20,9	0,6
1985 -2009	-21,7	-15,6	-6,5	4,7	12,8	19,5	21,9	19,7	12,8	3,5	-10,3	-20,1	1,7

ПРИМЕЧАНИЕ: * с 1860 по 1909 годы наблюдения были с пропусками, а с 1910 года ряды полные.

На рисунках 1- 4 показаны тренды температуры воздуха по Благовещенску с 1910 по 2009 годы. Результаты графического анализа приведены в таблицах 2 и 3.

За столетний период наблюдений по Благовещенску температура воздуха повышалась наиболее заметно в апреле, мае и июне – в год на 0,028 - 0,22 °С. В июле и августе температура воздуха почти не изменялась, в сентябре и октябре скорость повышения температуры была 0,01°С. Но за последние 25 лет скорость повышения температуры воздуха заметно увеличилась: в апреле и мае она составила уже 0,05 - 0,066 °С/год, в июле и августе 0,05, в сентябре 0,04 °С/год, а в июне и октябре изменения были меньше – соответственно 0,01 и 0,02 °С/год.

Общий фон потепления хорошо выражен, хотя нужно иметь ввиду, что могут встречать-

ся флуктуации с небольшими периодами (месяц, сезон, год, два года) понижения температуры. Однако самые низкие значения не выходят за пределы отмеченных низких температур за весь период наблюдений. Причём значения температуры воздуха за последние годы чаще встречаются выше среднегодовых, чем ниже среднегодовых параметров. Так, за период с 1985 по 2009 гг. температура воздуха наблюдалась ниже среднегодовых значений в апреле и августе всего 4 раза, в мае, июле и октябре – 6, в июне – 7, в сентябре – 9 раз из 25.

Повторяемость температуры воздуха выше среднегодовых значений за последние 25 лет в вегетационный период составила от 64 до 84 %.

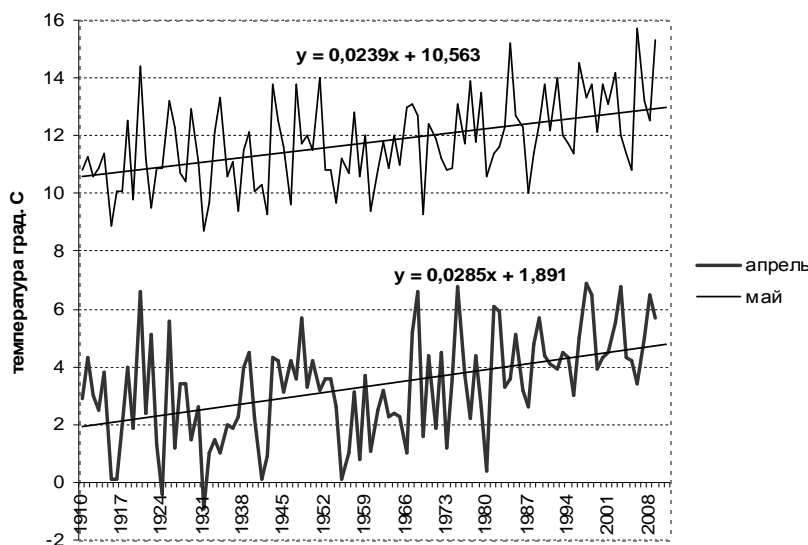


Рис.1. Изменение температуры воздуха в апреле и мае

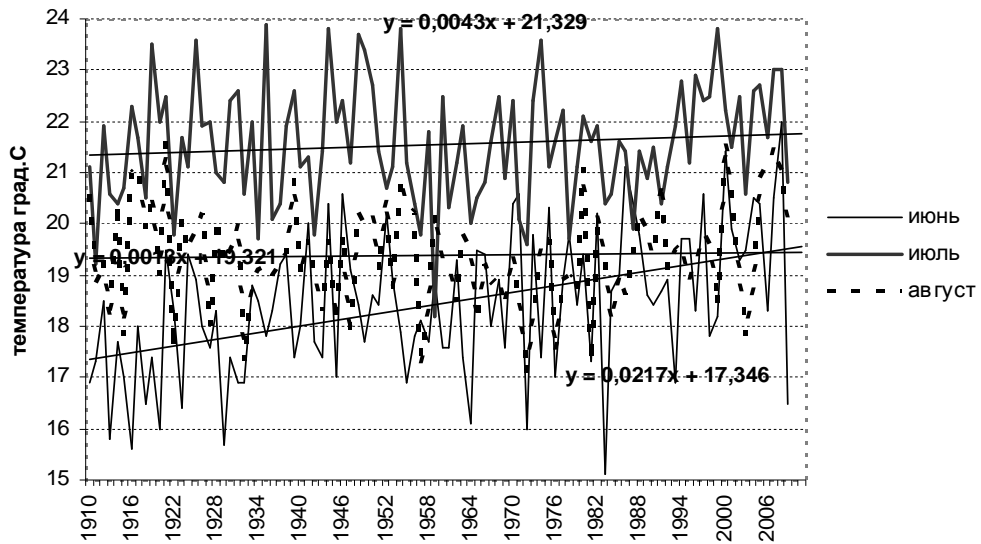


Рис.2. Изменение температуры воздуха летом

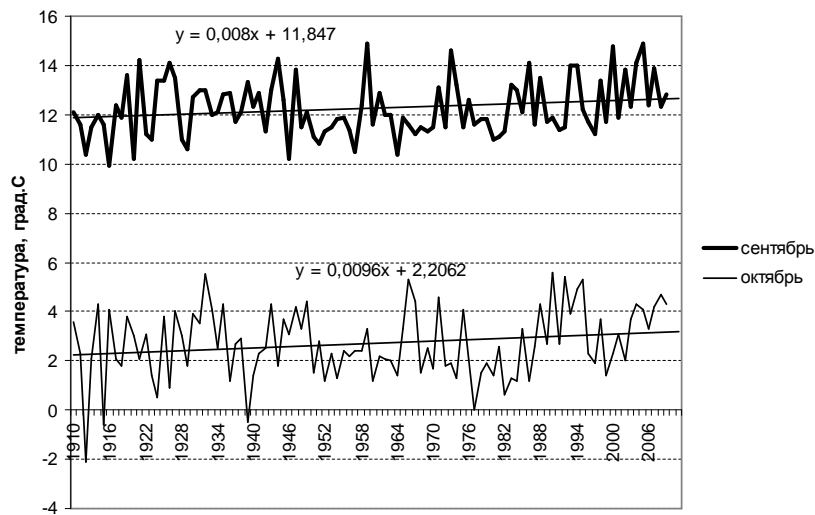


Рис. 3. Изменение температуры воздуха в сентябре и октябре

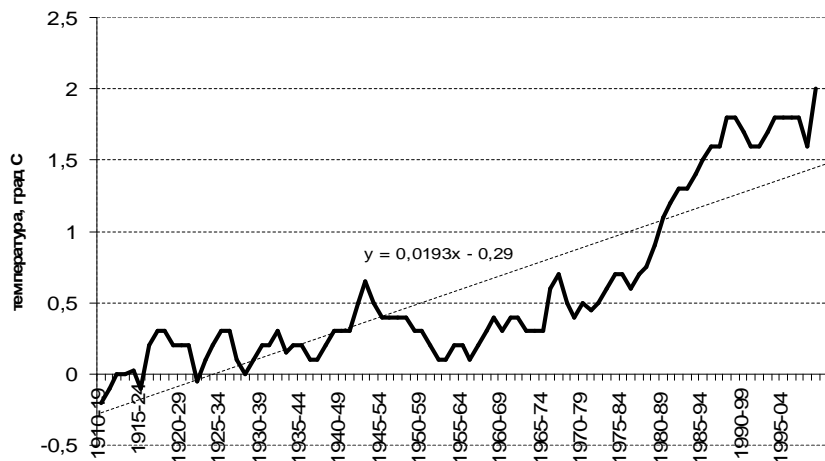


Рис.4. Годовая температура воздуха (10-летние скользящие средние)

Тренды среднемесячной температуры воздуха в Благовещенске с 1910 по 2009 год и за последние 25 лет

Период (годы)	Месяц	Линейное уравнение
1910-2009	апрель	$Y = 0,028x + 1,9$
	май	$Y = 0,0239x + 10,5$
	июнь	$Y = 0,0217x + 17,3$
	июль	$Y = 0,004x + 21,3$
	август	$Y = 0,0013x + 19,3$
	сентябрь	$Y = 0,008x + 11,8$
	октябрь	$Y = 0,0096x + 2,2$
	год	$Y = 0,0193x - 0,3$
1985-2009	апрель	$Y = 0,066x + 11,9$
	май	$Y = 0,0536x + 4$
	июнь	$Y = 0,013x + 19,2$
	июль	$Y = 0,0565x + 21,1$
	август	$Y = 0,0486x + 19,1$
	сентябрь	$Y = 0,042x + 12,2$
	октябрь	$Y = 0,024x + 3,2$

Для того, чтобы сгладить небольшие по времени колебания и выявить общие климатические изменения, для годовой температуры воздуха был применён метод 10 - летних скользящих средних, [4]. Метод заключается в том, что находятся средние значения годовой температуры воздуха сначала для первого десятилетия - 1910 - 1919 гг., затем идёт смещение на 1 год, и среднее берётся уже за период с 1911 по 1920 год, и т.д.

По сглаженной кривой многолетнего хода годовой температуры воздуха хорошо заметно стабильное повышение температуры воздуха, которое описывается линейным уравнением $y = 0,019x - 0,3$. Скорость повышения – 0,019 °С/год.

За прошедшие 100 лет в среднем годовая температура воздуха в Благовещенске повысилась на 0,6°С. Для оценки изменения климата это значительная величина, которая показывает, что крайние южные и юго-восточные районы Амурской области по теплообеспеченности можно отнести к географической зоне степей, а не лесостепей, как это было раньше. Самая высокая годовая температура воздуха за весь ряд наблюдений 3,3° была отмечена в 2008 году. С 1985 года всего лишь один раз наблюдалась годовая температура $\leq 0^\circ\text{C}$, в 1987 году – минус 0,1°С, а в остальное время она имела значения выше 1°С. А в первой половине 20 века показатели температуры выше

1° редки. Повторяемость годовой температуры воздуха $\geq 1^\circ\text{C}$ с 1910 по 1951 год равна 19 %, с 1952 по 2008 годы она составила 65 %, а за последние 25 лет – 92 %.

Прогноз температуры воздуха. В настоящее время не существует точных методов долгосрочного прогнозирования климатических параметров. Все прогнозы на месяц, сезон, год и более являются ненадёжными. Прогнозные модели строятся на основании статистического материала и учёта определённых факторов, влияющих на физические и динамические процессы в атмосфере [5].

В данной работе по линейным уравнениям столетнего ряда наблюдений за температурой воздуха в Благовещенске составлен прогноз наиболее вероятных среднемесячных температур воздуха с апреля по октябрь на 2 года и 10 лет вперёд, при условии, что потепление будет продолжаться со средней скоростью (табл. 3). К 2020 году средняя многолетняя температура воздуха в апреле станет выше на 0,3°С, мае-июне на 0,2°, в сентябре-октябре на минус 0,1°С. В июле и августе изменений не ожидается. Показатели (табл.3), полученные на основании анализа статистического материала, можно использовать, как средние оценочные цифры при решении и планировании многих задач не только в сельском хозяйстве, но и в других отраслях.

Таблица 3

Скорость изменения температуры воздуха ΔV° за год в разные периоды наблюдений в Благовещенске. Прогноз среднемесячной температуры воздуха на 2010 - 2011 годы и к 2020 году, в $^\circ\text{C}$

Годы/месяц	ΔV°						
	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
1910 - 2009	0,028	0,024	0,022	0,004	0,001	0,01	0,01
1985 - 2009	0,054	0,066	0,01	0,05	0,05	0,04	0,02
Прогноз на 2 года	4,7-4,8	13 -13,2	19,7	21,8	19,5	12,7	3,2
Прогноз на 10 лет к 2020 г > на	0,3°	0,2°	0,2°	0,0	0,0	0,1	0,1
Средне многолетнее к 2020г.	5,0-5,1	13,4	19,9	21,8	19,5	12,8	3,3

Сумма активных температур воздуха. Сумма температур воздуха $\geq 10^\circ\text{C}$ является важным показателем теплообеспеченности вегетационного периода и отражает накопление тепла для сельскохозяйственных культур, особенно теплолюбивых. Повышение температуры воздуха в апреле, мае, июне, сентябре сказалось и на сумме активных температур.

В конце XIX века и в первой половине прошедшего столетия суммы активных температур изменялись от 1929°C до 2682°C , среднее

значение составляло 2319°C . С 1860 по 1965 годы среднее многолетнее – 2301°C [4]. За последний период с 1984 по 2009 год суммы температур $\geq 10^\circ\text{C}$ отмечались от 2257°C до 2736°C , средняя величина 2470°C . Поле распределения активных температур переместилось выше и суммы $1900 - 2250^\circ\text{C}$ не встречались совсем. Суммы температур $\geq 10^\circ\text{C}$ в Благовещенске и Садовом повысились на 170°C (табл. 4).

Таблица 4

Основные климатические характеристики по м/с Благовещенск и м/п Садовое

Климатические показатели	Период	м/с Благовещенск			м/п Садовое		
		по 70-е XX века	1985-2009	Δ откл.	по 70-е XX века	1985-2009	Δ откл.
Переход температуры через 10°C	весной	11 мая	7 мая	раньше на 4 дня	13 мая	–	–
	осенью	23 сентября	25 сентября	позже на 2 дня	20 сентября	–	–
Продолжительность периода с $t \geq 10^\circ\text{C}$, дни		135	141	> на 6 дней	129	–	–
Сумма активных $t \geq 10^\circ\text{C}$		2301	2470	> на 171°C	2190	2360	> на 170°
Сумма осадков, мм		424	420	почти не изменил.	370	365	почти не изменил
ГТК		1,8	1,7	< на 0,1	1,7	1,6	< на 0,1
Продолжительность периода с $t \geq 15^\circ\text{C}$, дни		92	105	> на 13 дней	88	–	–
Заморозки в воздухе	весной	8 мая	1 мая	раньше на 7 дн.	18 мая	8 мая	раньше на 10 дней
	осенью	30 сентября	2 октября	позже на 2 дня	26 сентября	27 сентября	позже на 1 день
Продолжительность безморозного периода в воздухе		144	153	> на 9 дней	130	141	> на 11 дней
Заморозки на почве	весной	23 мая	20 мая	раньше на 3 дня	28 мая	–	–
	осенью	18 сентября	24 сентября	позже на 6 дней	12 сентября	–	–
Продолжительность безморозного периода на почве		118	127	> на 9 дней	107	–	–

Следует обратить внимание, что в среднемноголетнем режиме за последние 25 лет

переход среднесуточной температуры воздуха через 10°C весной отмечался значительно

раньше – разница составила 4 дня, а осенью позже на 2 дня, (табл.4). Из-за отсутствия в последние годы наблюдений за температурой воздуха по Садовому, даты перехода среднесуточной температуры воздуха предоставить было невозможно.

Продолжительность периода с температурой воздуха $\geq 10^\circ\text{C}$ в Благовещенске увеличилась на 6 дней, $\geq 15^\circ\text{C}$ – на 13 дней.

Заморозки в воздухе. По Садовому были проанализированы заморозки в воздухе за последние 20 лет, а по Благовещенску – за 25 лет.

Самый поздний заморозок весной в Садовом отмечался 23 мая в 1992 и 1993 годах, а в 1996 году и 2008, 2009 годах весенние заморозки прекратились очень рано: соответственно 23 апреля и 27 апреля, (средняя многолетняя дата - 8 мая). Самый ранний заморозок осенью отмечался 14 сентября, самый поздний – 9 октября в 2007 году (среднее многолетнее – 27 сентября). Средняя продолжительность безморозного периода в Садовом за последние 20 лет составила 141 день (крайние значения 120 и 162 дней). По Благовещенску безморозный период увеличился на 9 дней, в Садовом – на 11 дней.

Заморозки на почве. Заморозки на почве в Благовещенске, конечно, будут только косвенно характеризовать происходящие изменения в последние годы в сельскохозяйственных районах юга Приамурья, так как этот метеорологический показатель подвержен значительной изменчивости в зависимости от состояния и покрытия подстилающей поверхности. Более вероятны заморозки в пониженных участках, на небольших склонах с северной стороны и

на сухих почвах. Однако характеристика заморозков в городе будет отражать общие климатические изменения, которые происходят в южной земледельческой зоне. В Благовещенске по средним многолетним значениям по 60-е годы XX века последний заморозок весной отмечался 23 мая, первый осенью – 18 сентября. Средняя дата последнего заморозка весной за последние 25 лет – 20 мая, первого заморозка осенью – 24 сентября. Продолжительность безморозного периода на почве увеличилась на 9 дней. Соответственно в Тамбовском районе безморозный период также удлинился, примерно на 5-6 дней: осенью первые заморозки на почве отмечаются позже на 4-5 дней, последние весной заканчиваются на 2-3 дня раньше.

Температура почвы на глубине заделки семян сои. К севу сои рекомендуется приступать после устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 10° и температуре почвы на глубине 3-5 см выше 8°C , так как прорастание семян сои начинается при температуре $8 - 10^\circ\text{C}$.

Из-за отсутствия в последние годы регулярных наблюдений за температурой почвы по Садовому были проанализированы данные по температуре почвы на глубине 5 и 10 см за первую и вторую декады мая с 1965 по 1970, за 1981, и с 1988 по 1994 годы. Средняя температура почвы за первую и вторую декады мая на глубине 5 см составила $8,3^\circ\text{C}$, на глубине 10 см – 7°C . Средняя температура почвы за вторую декаду мая на глубине 5 см равна $11,4^\circ\text{C}$, на глубине 10 см - $9,8^\circ\text{C}$, (рис.5).

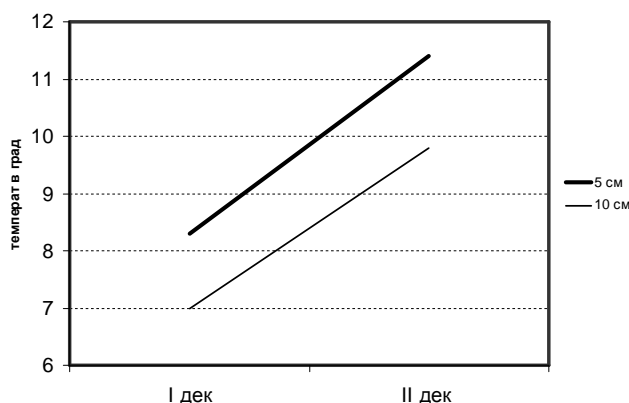


Рис.5. Средняя температура почвы на глубине 5 и 10 см, Садовое (1965 - 1994 годы)

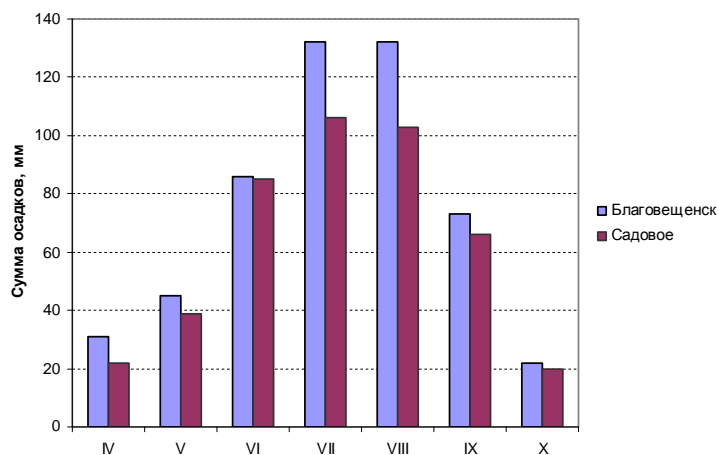


Рис.6. Средняя многолетняя сумма осадков (норма) по метеостанции Благовещенск и метеопосту Садовое

Самая низкая температура почвы на глубине 5 и 10 см наблюдалась в 1993 году. Причём в I декаду мая на глубине 5 см она была равна 3 °С, а на 10 см – 7,2 °С. За вторую декаду мая температура почвы соответственно была равна 4,5 °С и 9,3 °С. Наблюдался обратный ход температуры почвы. Это объясняется тем, что в третьей декаде мая 1993 года в Садовом отмечались поздние заморозки в воздухе, при хорошем увлажнении почвы (в мае выпало 45,2 мм осадков – выше нормы), верхний слой почвы стал холоднее, чем нижний. Самая высокая температура почвы за II декаду мая была отмечена в 1992 году. На глубине 5 см она была равна 13,3 °С, на глубине 10 см – 11,7 °С.

Сумма осадков. Влажность пахотного слоя почвы в основном определяется количеством выпавших осадков. Их среднемноголетняя сумма по Благовещенску за сто лет почти не изменилась. Сумма осадков с 1910 по 2008 год составила 531 мм, с 1985 по 2009 год – 536 мм. За зимний период количество осадков немного увеличилось, а с апреля по октябрь незначительно уменьшилось. На рисунке 6 показано изменение среднемноголетнего количества осадков с апреля по октябрь по Благовещенску и Садовому.

Гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова. Гидротермический коэффициент Селянинова:

$$ГТК = 10R / \sum t > 10^{\circ}C,$$

где R – сумма осадков за период со среднесуточной температурой воздуха более 10 °С, $\sum t > 10^{\circ}C$ – сумма среднесуточных температур воздуха более 10 °С.

ГТК Селянинова учитывает сочетание тепла и влаги за весь период вегетации или за отдельные промежутки этого периода и даёт более конкретное представление об увлажне-

нии почвы. При $ГТК \geq 2,0$ – увлажнение избыточное, при $ГТК \leq 1,6$ – увлажнение недостаточное.

Среднее многолетнее значение ГТК Селянинова по Благовещенску составляет 1,8, по Садовому – 1,7. Среднее значение ГТК за последние 25 лет немного изменилось – по Благовещенску 1,7, по Садовому – 1,6 (табл. 4). Незначительная аридизация (иссушение) почвы за вегетационный период происходит за счёт повышения температуры воздуха почти при неизменном количестве осадков. Изменение гидротермического коэффициента с 1984 по 2009 годы описывается линейным уравнением $Y = -0,0097x + 1,84$. То есть небольшое иссушение почвы всё же наблюдается и можно ожидать, что такая тенденция в ближайшие годы сохранится.

ВЫВОДЫ:

1. В южной зоне Приамурья наблюдается потепление. Повышение годовой температуры воздуха происходит в среднем со скоростью 0,019 °С за год – в климатическом отношении значительная величина. В апреле повышение температуры воздуха составляет 0,03 °С, мае и июне – около 0,02 °С, в сентябре и октябре 0,01 °С за год. За период с 1910 по 2009 год в июле и августе температура воздуха почти не изменилась, но за последние 25 лет скорость повышения температуры воздуха возросла (в июле и августе температура уже повышалась со скоростью 0,056-0,048 °С в год).

2. К 2020 году при средней скорости повышения годовая температура воздуха вырастет на 0,2°; среднемесячная – в апреле на 0,3 °С, мае и июне – на 0,2 °С, сентябре и октябре – на 0,1°.

3. В связи с потеплением также изменились все агрометеорологические характеристики вегетационного периода: устойчивый

переход среднесуточной температуры воздуха через 10°C весной в последние 25 лет отмечается раньше на 4-5 дней, осенью – позже на 2 дня, сумма активных температур возросла на 150-170°C, безморозный период в воздухе увеличился на 9-11 дней, безморозный период на почве стал продолжительнее на 4-8 дней. Продолжительность периода с температурой более 15°C увеличилась на 10-13 дней (табл.4).

4. Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова, который характеризует увлажнение поверхности почвы, немного уменьшился за счёт повышения температуры воздуха при почти неизменном количестве осадков в тёплый период года. Наблюдается небольшая аридизация климата, тенденция незначительного иссушения почвы сохранится в ближайшие годы.

5. Учитывая все результаты по динамике агроклиматических показателей, сев сои среднеспелых и позднеспелых сортов в южной зо-

не Приамурья рекомендуется начинать в начале второй декады мая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гидроклиматические ресурсы Амурской области / А.Т. Напрасников, Б.А. Богоявленский, В.В. Буфал, А.В.Кириченко, В.В. Авсеев, И.А. Домбровский. – Благовещенск: Хабаровское книжное издательство, Амурское отделение, 1983. – 68с.

2. Агроклиматические ресурсы Амурской области / отв.ред. К.П. Березняков. – Л.: Гидрометиздат, 1973. – 104с.

3. Сверлова, Л.И. Агроклиматические ресурсы и оценка биоклиматической продуктивности земель колхозов и совхозов Амурской области / Л.И. Сверлова. – Благовещенск: РИО Амурполиграфиздата, 1986. – 180с.

4. Справочник по климату СССР, выпуск 25, часть II / Дальневосточное управление гидрометслужбы. – Л.: Гидрометиздат, 1966. – 596с.

5. Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период 2010-2015 г.г. и их влияние на отрасли экономики России [электронный ресурс]: <http://meteoinfo.ru> «Погода из первых рук», 2008. – 7с.