

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ
СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ ПО МНОГОЛЕТНИМ
АКТИНОМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ
ОБСЕРВАТОРИИ ИМЕНИ В.А. МИХЕЛЬСОНА РГАУ-МСХА**

Д.А. Зайцева¹

Научный руководитель – проф. А.И.Белолобцев¹

¹ *ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет —
МСХА имени К.А. Тимирязева», dashazaytseva6@gmail.com*

***Аннотация:** в статье приведены результаты анализа многолетних актинометрических данных продолжительности солнечного сияния по данным метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона, а также выявлены закономерности их изменения с 1961 по 2023 гг.*

***Ключевые слова:** продолжительность солнечного сияния, облачность, атмосферное давление, климатическая норма.*

Актуальность. В настоящее время наблюдаются существенные изменения в процессах общей циркуляции атмосферы северного полушария в результате глобального и регионального потепления климата. Подобные изменения окажут значительное влияние на многие отрасли экономики и, в первую очередь, на сельское хозяйство, которое в наибольшей степени зависит от возможной трансформации внешней среды и ее текущих параметров [1,2,9].

В связи с наблюдаемым потеплением климата на планете происходят перемены и в формируемой для каждой территории синоптической обстановке. Это, в свою очередь, отражается и на характере текущей погоды, определяя разные условия по тепло и влагообеспеченности. Продолжительность солнечного сияния является одним из главных системообразующих факторов природной среды. В агрометеорологии ему придается особое значение. Именно свет и тепло ключевые факторы для роста и развития сельскохозяйственных растений, успешного их возделывания в разных природно-географических зонах [3,4,8].

На изменение общей облачности и, соответственно, продолжительности и интенсивности солнечного сияния оказывает существенное влияние атмосферное давление. В зависимости от состояния и характеристик барических систем

(циклон, антициклон, седловина и др.) общая облачность может заметно варьироваться в пространстве и даже меняться в течение одного часа во времени. Это в свою очередь определяет продолжительность и интенсивность поступающей прямой солнечной радиации, и вместе с ней фактический световой режим территории.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования в данной работе послужил ряд многолетних наблюдений Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона РГАУ-МСХА, включающий следующие показатели: общую облачность (баллы), определяемую визуально [5]; атмосферное давление (гПа) на уровне моря метеорологической площадки (163,4 метра); продолжительность солнечного сияния (часы). Продолжительность солнечного сияния определялась при помощи специального самописца — гелиографа, принцип действия которого основан на фокусировке солнечных лучей с помощью стеклянной сферы и прожоге на бумажной ленте прибора.

Для определения зависимости продолжительности солнечного сияния от общей облачности, а также атмосферного давления на территории Московского региона, были использованы месячные и среднегодовые актинометрические данные и наблюдения за атмосферным давлением обсерватории имени В.А. Михельсона.

В нашем исследовании рассматривались две климатические нормы, включающие разные временные периоды осреднения: 1961-1990 гг. (базовая) и 1990-2020 гг. (оперативная). В указанных интервалах были определены параметры временного распределения продолжительности солнечного сияния и общей облачности. Для более подробной оценки этих параметров была проведена визуализация данных.

В период с 1961 по 2020 гг. также была проведена корреляционная оценка между объектами исследования по каждому месяцу наблюдений, где отмечены изменения в зависимости от синоптических и климатических условий каждого отдельного месяца. Также была проведена статистическая оценка этого показателя за исследуемые периоды.

Обсуждение результатов. По результатам оценки многолетних актинометрических данных и общей облачности, наблюдается тенденция к увеличению продолжительности солнечного сияния. Так, например, сравнивая показатели двух климатических норм (1961-1990 и 1991-2020 гг.) можно отметить, что в каждом отдельном месяце наблюдаются различия в распределении данного показателя: в теплый период (март-октябрь) наблюдается тенденция к увеличению

продолжительности, а в холодный (ноябрь-февраль), наоборот, уменьшение или отсутствие изменений (рис.1). Разница в отдельные месяцы может составлять от 0,5 до 11,3 часов. Общие среднегодовые параметры, тем не менее, указывают на увеличение продолжительности солнечного сияния.

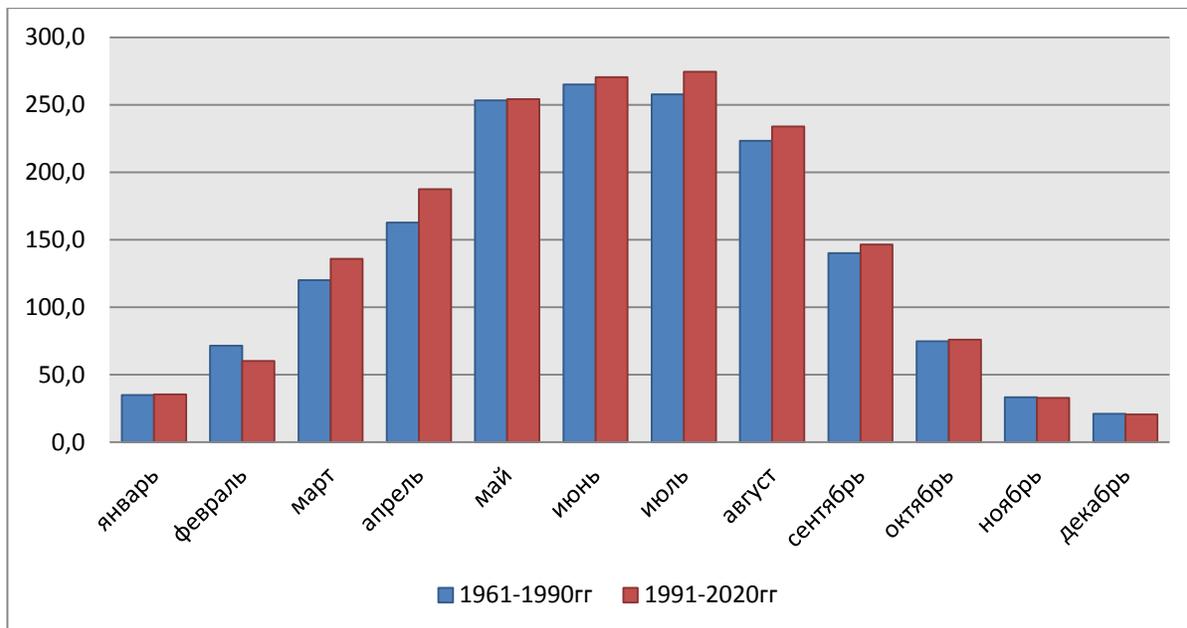


Рис 1. Среднегодовые данные по продолжительности солнечного сияния, час

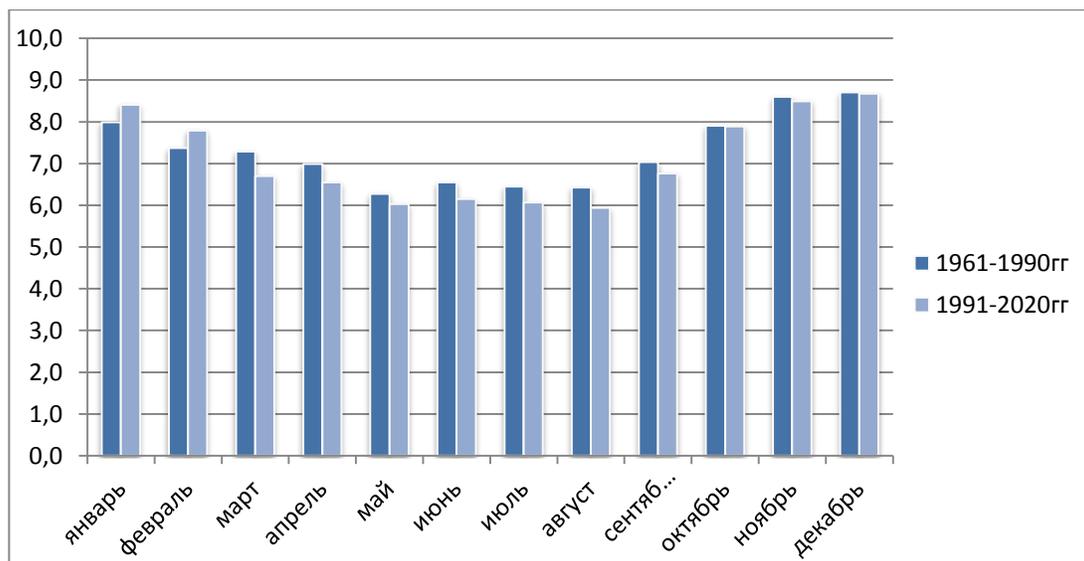


Рис 2. Среднегодовые данные по общей облачности, баллы

Аналогичным образом была проведена оценка общей облачности для территории Московского региона (рис. 2). Здесь следует отметить, что наблюдается обратная тенденция: в холодный период общая облачность увеличивается, а в теплый период идёт значительное уменьшение общей облачности. По среднемноголетним данным количество баллов общей облачности не опускалось ниже 6 баллов, где максимальные значения составили 9 баллов. Количество баллов общей облачности в периоде с 1961 по 1990 год в январе, феврале несколько меньше, чем за период оперативной климатической нормы. Незначительная разница в баллах между периодами оказалась в октябре, ноябре и декабре.

При рассмотрении взаимосвязи между продолжительностью солнечного сияния и общей облачностью, также были выявлены закономерности. В феврале за последний временной период облачность увеличивается, так же, как и снижается количество часов солнечного сияния. Апрель, июль, август имеют значительную разницу, то есть имеют большее количество часов солнечного сияния по сравнению с предыдущим периодом. По полученным результатам установлена обратная зависимость — с уменьшением общей облачности, происходит увеличение числа часов продолжительности солнечного сияния, что прослеживается в исследуемых климатических периодах и является закономерным подтверждением устойчивой связи между данными показателями.

По среднемноголетним данным продолжительности солнечного сияния, выявлены годы с максимальными и минимальными их значениями. Рекордным показателем в период с 1961 по 1990 гг. отмечен 1963 год (1982,7 часа), где максимальные значения получены в мае (337,8 час) и сентябре (210,2 час). За период с 1991 по 2020 год рекордным годом стал 2018 год (2088,4 час).

Меньше всего солнечного света, по данным обсерватории, было зарегистрировано в 1980 году, где продолжительность солнечного сияния составила только 1402,9 часа. Существенную роль в этом сыграл холодный период. Общая высокая плотность облаков, обусловила минимальное количество продолжительности инсоляции (табл. 1).

Для среднегодовых значений продолжительности солнечного сияния был рассчитан ряд статистических параметров, которые могут дать более детальную оценку изменений этого показателя во времени. Коэффициент асимметрии является безразмерной величиной и характеризует степень симметричности показателей [6].

За период 1961-1990 гг. годовое среднее квадратическое отклонение составило 163 часа, а за период 1991-2020 гг. — 155 часов. Также был рассчитан коэффициент вариации продолжительности солнечного сияния. В теплый период (май-август) он составил не более 20%, а в холодный период (январь-декабрь) в пределах от 50 (январь 1991-2020гг.) до 73% (декабрь 1991-2020гг.). Годовой коэффициент вариации составил 9 и 10% соответственно. За весь исследуемый период были рассчитаны коэффициент асимметрии и коэффициент эксцесса.

Таблица 1

Параметры временного распределения месячной и годовой продолжительности солнечного сияния

Характеристики продолжительности солнечного сияния (ПСС)													
Период (годы)	МЕСЯЦЫ												ГОД
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
средняя многолетняя ПСС, часы													
1961-1990	34.9	71.4	120.1	162.8	253.3	265.1	257.7	223.2	140.2	74.8	33.3	21.0	1657.7
1991-2020	35.5	60.1	135.9	187.4	254.1	270.5	274.4	234.0	146.5	75.9	32.8	20.6	1727.6
максимальная ПСС, часы													
1961-1990	91.3	153.1	228.5	258.2	337.8	356.7	338.4	286.5	210.2	136.1	68.6	39.9	1982.7
год	1973	1969	1969	1965	1963	1968	1981	1971	1963	1987	1967	1978	1963
1991-2020	86.1	89.6	208.4	237.6	341.0	401.2	386.2	336.8	198.0	148.9	79.6	61.4	2088.4
год	2014	1996	1996	2009	2002	1999	2014	2018	2018	2005	1998	2002	2018
минимальная ПСС, часы													
1961-1990	8.1	20.0	53.9	78.4	112.6	193.5	178.7	152.1	44.9	19.3	8.8	2.4	1402.9
год	1986	1990	1976	1986	1980	1987	1980	1980	1990	1982	1977	1968	1980
1991-2020	11.9	25.4	88.8	125.5	177.5	168.2	192.4	162.8	53.8	31.2	9.9	0.2	1470.0
год	2004	2002	1993	1992	2020	2003	1993	1998	2013	1997	2006	2017	1993
Параметры временного распределения месячной и годовой ПСС													
Период (годы)	МЕСЯЦЫ												ГОД
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
среднее квадратическое отклонение, часы													
1961-1990	21	31	37	41	51	46	48	33	42	26	17	11	163
1991-2020	18	18	25	31	41	45	49	47	32	31	18	15	155
коэффициент вариации, %													
1961-1990	60	43	31	25	20	17	19	15	30	34	52	54	10
1991-2020	50	30	19	16	16	17	18	20	22	41	55	73	9
коэффициент асимметрии													
1961-2020	1.1	0.8	0.2	-0.4	-0.4	0.3	0.2	0.3	-0.6	0.2	0.8	0.9	0.4
коэффициент эксцесса													
1961-2020	1.0	1.6	0.9	0.2	0.7	0.1	-0.6	-0.1	-0.2	-0.3	0.0	0.4	-0.6

Корреляционная связь исследуемых параметров, 1961-2023 гг.

Месяц	Атмосферное давление и общая облачность	Атмосферное давление и продолжительность солнечного сияния	Общая облачность и продолжительность солнечного сияния
Январь	-0.76	0.67	-0.88
Февраль	-0.59	0.50	-0.90
Март	-0.33	0.29	-0.87
Апрель	-0.41	0.37	-0.92
Май	-0.53	0.53	-0.90
Июнь	-0.70	0.75	-0.89
Июль	-0.75	0.72	-0.94
Август	-0.77	0.78	-0.91
Сентябрь	-0.73	0.68	-0.91
Октябрь	-0.54	0.48	-0.94
Ноябрь	-0.44	0.39	-0.91
Декабрь	-0.44	0.34	-0.80

Связь между атмосферным давлением и общей облачностью показывает наиболее устойчивый результат, особенно в январе, июне, июле, августе и в сентябре. Менее 0,5 в марте, апреле, ноябре и декабре. Это характеризует более выраженную зависимость данных показателей.

Менее отчётливо наблюдается корреляционная связь между атмосферным давлением и продолжительностью солнечного сияния. Корреляция в июне, июле и августе составляют более 0,7. Корреляционная зависимость между общей облачностью и продолжительностью солнечного сияния ПСС имеет аналогичный характер, как и между атмосферным давлением и общей облачностью.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования по данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона, позволяют сделать вывод, что современные природно-климатические условия для Московского региона становятся менее устойчивыми. Изменение общей облачности и продолжительности солнечного сияния, подтверждают общую теорию трансформации среды обитания в результате глобального потепления.

Увеличение продолжительности солнечного сияния улучшает световой режим и увеличивает теплообеспеченность Московского региона для различных отраслей экономики, в том числе, и прежде всего, для сельского хозяйства. Этот параметр позволяет определять, можно ли возделывать более теплолюбивые культуры, или культуры «длинного» светового дня.

Комплексная оценка изучаемых параметров и полученные на этой основе результаты свидетельствуют о переосмыслении подходов к целям и задачам агрометеорологии, где отдельные положения становятся менее актуальными и требуют уточнения.

Библиографический список

1. Белолобцев, А.И. Сценарии воздействия изменений климата на сельское хозяйство / А.И. Белолобцев, Е.А. Дронова, И.Ф. Асауляк // Естественные и технические науки, № 6, 2018г. С. 77-82.

2. Быстров А.А., Кузнецов И.А., Охлопков И.А. Основные агрометеорологические параметры 2022 года и их анализ по данным обсерватории имени В.А. Михельсона. Сборник статей международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвященная 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева. Москва: Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023 — 350 с.;

3. Белолобцев А.И., Суховеева О.Э., Асауляк И.Ф. Агроклиматическая оценка продуктивности озимой пшеницы на склоновых землях // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2012. № 2. С. 46-57.

4. Белолобцев А.И., Асауляк И.Ф. Агроклиматическое обеспечение продукционных процессов сельскохозяйственных культур в условиях центрального района Нечерноземной зоны // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. № 4. С. 66-84.

5. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам: вып. 3, ч. 1 Метеорологические наблюдения на станциях. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 142 с.

6. Смирнов И.А., Дронова Е.А. Оценка связи значений урожайности озимой пшеницы на территории Ростовской области с характером глобальных атмосферных циркуляций в северном полушарии Земли. // Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к Году науки и технологий. Иркутск, 2021. С. 463-468.

7. Осин Д.Ю., Ильин П.С. Анализ временной изменчивости агроклиматических условий тепло- и влагообеспеченности по данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона. Материалы Всероссийской конференции молодых исследователей «Аграрная наука-2022». Москва: Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2022 — 1526 с.;

8. Belolubtsev A.I., Ilinich V.V., Dronova E.A., Asaulyak I.F., Kuznetsov I.A Assessment of trends of air temperature based on 140-year observations of v.a. mikhelson meteorological observatory. Caspian Journal of Environmental Sciences. 2021. T. 19. № 5. С. 909-914.

**REGULARITIES OF SUNSHINE DURATION DISTRIBUTION
ACCORDING TO LONG-TERM ACTINOMETRIC DATA OF THE V.A.
METEOROLOGICAL OBSERVATORY MIKHELSON RGAU-MSHA**

D.A. Zaitseva

Scientific supervisor – A.I.Belolyubtsev

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev",
dashazaytseva6@gmail.com

Abstract: the article presents the results of the analysis of long-term actinometric data on the duration of sunshine at the V.A. Meteorological Observatory. Mikhelson, and also revealed patterns of their changes from 1961 to 2023.

Key words: duration of sunshine, cloudiness, atmospheric pressure, climate norm.