

АКТИНОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЕКАТЕРИНБУРГЕV.V. LITOVSKIY
ACTINOMETRY RESEARCHES IN EKATERINBURGИнститут экономики УрО РАН, 620014 г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: VLitovskiy@rambler.ru

Приводится история актинометрических исследований в Екатеринбурге. Выделены основные этапы таких исследований. Значительное внимание уделено проблеме озона, а также проблемам актинометрического мониторинга.

К л ю ч е в ы е с л о в а: актинометрические исследования; Екатеринбург; Урал.

К е у о r d s: actinometry researches; the Ekaterinburg; the Urals.

Первые серьезные шаги в области создания приборов для оптических геофизических исследований были сделаны в XVIII в. В XIX в. их разработка была продолжена. Из работ такого рода прежде всего следует отметить труды Д.Ф. Араго, который в 1815 г. создал так называемый поляризационный цианометр [16. С. 316]. Им же был разработан и прибор для оценки величины солнечной радиации, впоследствии получивший его имя – актинометр Араго. Он представлял собой два термометра, помещенных в особую стеклянную оболочку (один с зачерненным шариком, а другой с прозрачным) [16. С. 320]. Однако, распространения в научной среде эти приборы из-за их невысокой точности не получили.

Следующий принципиальный шаг в оптических исследованиях был сделан М. Мейерштейном, построившим первый спектрометр (1857) [15. С.362]. В 1858 г. Генрих Иоганн Вильгельм Гейсслер (1815–1879) создал в своей мастерской в Бонне трубку с разреженным газом и двумя впаянными в стекло электродами (трубка Гейсслера), предназначенную для изучения спектра газов. Им же высказана идея о том, что химическая природа газа может быть определена по цвету его свечения [15. С.78].

В 1859 г. Густав Кирхгоф (1824–1887) и Вильгельм Бунзен (1811–1899) разработали основы спектрального анализа и открыли с его помощью два новых элемента – цезий (1860) и рубидий (1861) [15. С.363].

В 1889 г. американский астроном Джордж Хейл (1868–1938) и в 1892 г. независимо от него французский астроном Анри Деляндр (Deslandres, 1853–1948) изобрели спектрогелиограф [17. С.68].

Эти и другие достижения привели к тому, что «в 1896 году в Париже Международная метеорологическая конференция рекомендовала производить актинометрические наблюдения повсеместно и избрала специальную комиссию по изучению солнечного лучеиспускания (под председательством Ж. Виоля), которая должна была способствовать распространению этих наблюдений» [7. С.134].

Позднее Анри Деляндром был систематически исследован спектр ряда участков Солнца, а Джорджем Хейлом в 1908 г. открыто магнитное поле солнечных пятен [12. С.1451].

Согласно П.Н. Тверскому и А.Х. Хргиану [16. С.320; 13. С.39], прогресс в области оптических атмосферных и заатмосферных явлений коснулся России только в конце XIX в. При этом первые актинометрические работы в России ими связывались с магнито-метеорологической обсерваторией в Павловске, основанной в 1878 г. Она, как известно, была создана для работ методического характера, испытания новых приборов, вводимых на сеть, а также для проведения наблюдений, не искаженных влиянием большого города (Петербурга) [13. С.16].

До 1917 г. судьба обсерватории складывалась благополучно. На ее базе помимо актинометрического направления исследований возникли первые отечественные аэрологические, атмосферно-электрические и другие геофизические направления. К несчастью, в 1919 г. при наступлении Юденича на Петроград обсерватория была до основания разрушена. Практически ее пришлось воссоздавать заново. Повторно она была разрушена во время Великой Отечественной войны в 1941 г. После этого ряд научных направлений, развиваемых в ней, стал развиваться в Москве (в Кузино), так что главенствующая роль ею была утрачена. В этой связи роль Екатеринбургской

магнитной и метеорологической обсерватории для России и мировой системы мониторинга окружающей среды в целом вследствие ее практически непрерывного функционирования в течение 165 лет оказалась чрезвычайно значимой.

Это относится и к актинометрическим исследованиям. Так, исследуя журналы наблюдений в отделе гидрометфонда Уральского управления гидрометслужбы, я обнаружил журнал специальных наблюдений, в котором с один из разделов в 1965 г. был озаглавлен «Наблюдения за температурой воздуха по термометру с черным шариком в г. Свердловске в 1850–1851, 1854 гг.». Из представленных там записей следовало, что наблюдения здесь производились с помощью пары термометров, судя по всему со шкалой Реомюра, так как известно, что до 1870 г. на метеостанциях России использовалась шкала Реомюра [10]. Один из термометров (обычный) находился «в тени», а другой – «с черным шариком» – на солнце. Как следует из вышеприведенного материала, это был актинометр Араго. Данные исследования начались 1 апреля 1850 г. В основном они проводились в ночное и вечернее время (0,1,2,18,19,21,22,23 ч). Из записей следовало также, что проводил их поручик (урядник) Галкин, дальнейшая же обработка полученных данных в ЕММО не проводилась. Мною было сделано предположение, что эти измерения выполнялись по рекомендации А.Я. Купфера в контексте исследований Араго и были свернуты вследствие недостаточной точности, вскоре после кончины Араго.

Начало же более серьезных актинометрических работ, предпринятых в начале 1890-х гг., связано с именем Ореста Даниловича Хвольсона (1852–1934) [16. С. 320; 13. С. 39]. Эти исследования он развернул в Павловске, для чего изобрел и сконструировал лучшие для своего времени актинометр и пиргелиометр [14. С. 419–420]. В это время его приборами пользовались и в Екатеринбурге. Впоследствии исследования Хвольсона были развиты Сергеем Ивановичем Савиновым, который также изготовил ряд оригинальных приборов и впервые в мире применил автоматическую запись солнечной радиации с помощью солнечного актинографа [13. С. 39]. В 1902 г. С.И. Савинов предпринял в Павловской обсерватории исследование прибора Онгстрема, а в 1912 г. ввел в эксплуатацию свой актинограф, что позволило отечественным ученым начать непрерывные исследования прямой и рассеянной солнечной радиации раньше ученых других стран [7. С. 135]. В 1912 г. С.И. Савиновым был построен и шахматный пиранометр – пиргеометр. В это же время в Павловске актинометрическими исследованиями занимались В.Х. Дубинский, Д.Ф. Нездуров, Д.А. Смирнов.

В последующем в Павловской обсерватории актинометрией занимались такие известные ученые, как Николай Николаевич Калитин (1884–1949), организовавший в Павловске институт актинометрии и атмосферной оптики, а также Василий Владимирович Шулейкин (1895–1979), сконструировавший прецизионные актинометрические приборы для наблюдений в море во время хода корабля. Это позволило отечественным ученым развернуть высококачественные актинометрические наблюдения не только на суше, но и на море.

Помимо исследований, проводившихся в Павловске, следует отметить работы профессора Московского сельскохозяйственного института Владимира Александровича Михельсона (1860–1927). В 1894 г. он предложил конструкцию ледяного калориметра, а вскоре на этой основе построил первый надежный актинометр, получивший его имя и широкое распространение во всем мире [16. С. 321].

В 1894 г. интересные результаты с помощью актинометров получил в Киеве профессор Р.Н. Савельев. Им была установлена зависимость между изменениями величины «солнечной постоянной» и числом пятен на Солнце. Позже это открытие было подтверждено американским астрономом Чарлзом Абботом (1872–1973) [17. С. 527] и сыграло значительную роль при разработке А.Л.Чижевским (1897–1964) его знаменитой теории.

Следует отметить, что до 1917 г. актинометрические исследования проводились только в 5 пунктах России: Павловске (Петербург), Москве, Киеве, Одессе и Екатеринбурге [16. С. 323].

Второй этап актинометрических исследований в Екатеринбурге начался в 1896–1898 гг. [4. С.44]. Они, как указывалось выше, проводились с помощью актинометров Хвольсона, которые были рекомендованы к использованию всем отечественным обсерваториям. Результаты этих исследований были представлены в 1899 г. П.К.Мюллером в «Записках Академии наук».

С 1915 г. актинометрические исследования в Екатеринбурге стали проводиться с помощью прибора Михельсона и актинографа Крова – Савинова [4. С. 44]. Прибор Михельсона считался наилучшим для своего времени «рабочим» актинометром. С 1893 по 1926 г. ученый испробовал ряд конструкций актинометра. Им была отвергнута конструкция актинометра с жидкостными термометрами, недостаточно чувствительными к солнечной радиации, и использована идея

биметаллической пластинки (медь-платина), изгибание которой пропорционально потоку падающего тепла. Чувствительность пластинки оказалась очень высока, а время «установления» достаточным для проведения непрерывных измерений (около 10 сек.). Пластинчатый актинометр Михельсона был построен в 1905 г., позднее в его конструкцию вносили изменения – сам Михельсон, Калитин и Мартенс. Удобство прибора обеспечило его широкое практическое использование [16. С.321].

В 1893 г. (в 1896 г. – по Д.Ф. Нездюрову [7. С. 134]) появился прибор, составивший эпоху в актинометрии, – пиргелиометр Онгстрема [16. С. 321]. В нем разность температур двух медных пластинок, затемненной и освещенной, измерялась с помощью термопары. Актинометр Онгстрема ЕММО удалось получить из Павловска в июне 1916 г. [11. С. 181]. До 1950-х гг. он оставался основным актинометрическим прибором ЕММО, и хотя его нельзя в полном смысле слова считать абсолютным прибором, он оказался точным и весьма надежным в эксплуатации. В 1905 г. Онгстрем построил пиргелиометр для измерения излучения земли, а в 1916 – облаков. Несколько ранее оригинальные приборы для тех же целей были построены Абботом и Олдриджем (1916), а в 1934 г. – Янишевским [16. С. 321].

В Екатеринбурге актинометрические исследования до 1934 г. велись с перерывами [4. С. 45]. Первые попытки систематических измерений солнечной постоянной были начаты в 1915 г. с помощью прибора Михельсона [11. С. 181]. С 27 июля 1916 г. в околополуденное время стали проводиться наблюдения над напряжением солнечной радиации с помощью пиргелиометра Онгстрема.

Для учета сумм тепла солнечной радиации в 1915 г. был установлен актинограф Крова, модифицированный в Павловске. Пишущая часть этого прибора находилась в помещении ЕММО на специально поставленном каменном столбе. Приемник-гелиостат размещался на башне обсерватории – на высоте 13 м от поверхности земли.

В работе актинографа за 1916, 1918, 1919 гг. были значительные перерывы: в 1916 г. – с 14 июля по 11 августа и с 7 по 13 сентября. В 1918 г. – с 1 по 18 июля и в 1919 г. – с 1 июня по 1 октября. Наибольшие полуденные значения солнечной радиации, определенные с помощью указанных приборов, пришлось на апрель и достигали 1.39 – 1.42 ккал/(см²•мин). Наименьшими значения радиации оказались в декабре–январе (0.93 – 0.99 ккал/(см²•мин), что составило 72 % от наибольших [11. С. 182–183]).

С февраля 1925 г. непродолжительный период ЕММО возглавлял известный отечественный актинометрист Дмитрий Филиппович Нездюров [1. С. 4]. Вероятно, в этот период к актинометрическим исследованиям в Екатеринбурге проявлялся повышенный интерес. Однако с уходом Нездюрова из ЕММО и кончиной занимавшегося исследованиями Павла Карловича Мюллера (14 сентября 1926 г.) [8. С. 197] временно внимание к ним было ослаблено.

В конечном итоге актинометрическое отделение в ЕММО было организовано в 1934 г. В его задачи входило изучение и учет прихода-расхода лучистой энергии, а также исследование радиационных свойств атмосферы. Наблюдения и последующая их обработка осуществлялись по инструкциям международной постоянной актинометрической комиссии [4. С. 45].

Оснащение актинометрического отделения ЕММО на первом этапе его работы включало:

- а) абсолютные приборы типа Онгстрема (для измерения солнечной радиации и ночного излучения компенсационным методом – пиранометр, пиргеометр, пиргелиометр);
- б) относительные приборы: пластинчатый актинометр Михельсона, пиранометр и альбедометр Калитина, пиргеометр Савинова;
- в) для непрерывного учета и регистрации сумм тепла – актинограф и пиранограф образца Слуцкого (Павловского) Института актинометрии.

Обзор первого этапа исследований радиационного режима Свердловска был сделан В.Г. Поздеевым [4. С. 45]. Им же были предприняты первые оценки влияния мутности атмосферы на величину приходящей солнечной радиации. Наибольшая прозрачность атмосферы, как указывалось выше, отмечалась в апреле. В целом же было обнаружено, что количество энергии, приходящей на горизонтальную поверхность, убывает пропорционально синусу угла высоты солнца и влияние мутности почти не обнаруживается. К основным факторам повышения мутности атмосферы в порядке их приоритетности причислялись: абсолютная влажность – количество водяного пара в воздухе, запыленность и задымленность атмосферы.

Следует отметить, что с актинометрическими проблемами в конце XIX – начале XX в. переплелись проблемы действия солнечной радиации на человеческий организм и живое вещество

в целом, которые в конечном итоге привели к пониманию особой роли озона в атмосфере и происходящих в ней физико-химических процессов. Изучение распределения озона в атмосфере, в свою очередь, стимулировало развитие некоторых разделов молекулярной физики, в частности физики разреженных газов. Исторической точкой отсчета в уяснении роли озона в атмосфере следует считать, по всей видимости, 1881 г., когда при объяснении отличия спектров земных раскаленных тел от спектров звезд и солнца (не содержащих лучи с длинами волн менее 290 нм) Гартлеем была высказана гипотеза о поглощении более коротких ультрафиолетовых лучей внеземного происхождения атмосферным озоном [16. С. 324].

В 1893 г. датским врачом Нильсом Рюбергом Финзеном¹, а затем его последователями было изучено влияние ультрафиолетовых лучей на здоровый и больной организм. Особенно активным оказалось действие солнечных лучей с длинами волн менее 300 нм, т.е. в диапазоне, который приходится на область наибольшего поглощения озоном [9. С. 15]. Важно отметить, что с этой спектральной световой составляющей организм сталкивается реже всего и соответственно наименее к ней адаптирован.

Для измерения интенсивности ультрафиолетовых лучей в таких экспериментах был предложен метод фотоэлементов, действие которых основывалось на открытом Генрихом Герцем в 1887 г. явлении фотоэффекта. Особо эффективными оказались фотоэлементы с фотокатодами, сделанными из калия, натрия и цезия [16. С. 324]. Используя эти фотоэлементы, в 1922 г. ученые Павловска впервые в мире стали осуществлять систематические исследования ультрафиолетового излучения Солнца.

Окончательным доказательством поглощения атмосферным озоном коротковолновой ультрафиолетовой составляющей излучения Солнца стали исследования Шарля Фабри, проведенные им в Марселе в период с 1913 по 1920 г. [16. С. 324–325]. С экологической точки зрения в результате этих работ было установлено, что именно озон ответственен за поглощение наиболее физиологически значимой радиации Солнца. С физической точки зрения в их ходе удалось определить количество озона и положение слоя с наибольшей концентрацией озона в атмосфере.

Связь колебаний концентрации озона с деятельностью Солнца была зафиксирована в XIX в. Так, действительный член Британского метеорологического общества доктор Томас Моффа (Moffat) в 1874 г. показал, что в годы усиления солнечной деятельности (при наблюдении максимумов солнечных пятен) количество озона в атмосфере становится значительно больше, чем в годы наблюдения минимумов солнечных пятен. С учетом того, что в последующем был установлен факт повышения интенсивности ультрафиолетового излучения при повышении пятнообразования, это позволило установить соответствующую связь между интенсивностью ультрафиолетового излучения, количеством озона в атмосфере и явлениями в живой природе. В частности, из озона и аммиака ультрафиолетовые лучи образуют амиловый нитрат и нитрит. Эти соединения имеют очень большое значение для всей органической жизни и, несомненно, оказывают сильное влияние на многие процессы в растительных и животных сообществах [17. С. 193].

Исследованиями связи количества озона в воздухе с числом солнечных пятен на более высоком качественном уровне в 1922 г. в Оксфорде занялись Добсон, Харрисон и Лауренс [17. С.574]. Но наибольших результатов добился Гордон Добсон (Dobson), который в 1926 г. разработал оригинальный спектрометр для атмосферных исследований, а в 1931 г. он предложил один из первых фотоэлектрических спектрофотометров для измерения суммарного озона. В частности, этот прибор позволил определять количество озона в вертикальном столбе атмосферы и выражать его в адекватных единицах толщины «чистого» газообразного озона при нормальных условиях. Численная величина в 10^{-3} атм·см, соответствующая этой характеристике, в честь вышеуказанного исследователя получила название Добсоновской единицы, обозначаемой Д.Е. [9. С. 11].

В СССР проблемами исследования связи содержания озона в атмосфере со здоровьем занялся Николай Николаевич Калитин (1889–1949). В 1937 г. им была опубликована монография «Основы физики атмосфер в применении к медицине» [11. С. 211].

¹Нильс Рюберг Финзен (Finsen, 1860–1904) датский физиотерапевт, автор трудов по биологическому действию ультрафиолетового излучения и его применению для лечения туберкулеза кожи. Разработал научные основы светолечения. Лауреат Нобелевской премии 1903 г. [12. С. 1419]

К сожалению, точную дату первых исследований атмосферного озона на Урале установить не удалось. Скорее всего, они были начаты либо в конце 1930-х гг., либо в начале 1940-х гг. в аэрологической обсерватории, расположенной вблизи поселка Верхнее Дуброво (Высокая Дубрава). Последнее наиболее вероятно, так как во время Великой Отечественной войны (февраль–март 1942 г.) в Свердловске практически находился весь состав Института метеорологии, т.е. главная геофизическая обсерватория (ГГО) и Ленинградский институт экспериментальной метеорологии. В частности, метеорологическая обсерватория ГГО размещалась в Высокой Дубраве, где УГМС еще до войны для своих исследований подготовила несколько служебных и жилых домов (около 10 зданий). Именно там согласно [3. С. 121] приступили к работе отделы «метеорологии (Б.В.Кирюхин), актинометрии и оптики (Н.Н.Калитин и В.А.Березкин), аэрологии (Е.С.Селезнева), атмосферного электричества (Р.А.Парамонов – свердловский сотрудник)».

Особенно следует отметить ветеранов ГГО Н.Н.Калитина и В.А.Березкина. Вот как пишет о них в своих воспоминаниях Е.С.Селезнева: «Н.Н.Калитин в прежние времена человек крепкого, спортивного сложения, после блокады так и не оправился до конца от дистрофии. Однако при первой возможности он приступил к работе в своем отделе. Актинометрические наблюдения продолжал вести местный сотрудник М.В. Лилеев. Николай Николаевич с небольшой группой – Т.Т.Плешкова, А.С.Каледкина и (с весны 1943 г.) Л.Р. Ракипова – работал над актинометрическими материалами, которые он вывез из Павловска (в самые последние дни августа!). Он вернулся к прежней тематике и занимался, коротко говоря, прямой и рассеянной радиацией при разном состоянии неба (облачном и безоблачном), а также в зависимости от содержания в атмосфере водяного пара и аэрозолей, в частности космической пыли. Несколько статей из тех, что он опубликовал в Докладах АН СССР в ближайшие годы (1943–1945), были написаны в Высокой Дубраве.

Раздел работ по атмосферной оптике, как и в предвоенное время, вел В.А.Березкин. Он развернул исследования характеристик дальности видимости в атмосфере. Для этой цели он организовал нечто вроде полигона за пределами обсерваторской территории на более открытом месте. Это был небольшой хутор Расстанье, стоящий на Большом Сибирском тракте на расстоянии 1.5–2 км от обсерватории. Один из домов был приспособлен для лаборатории, в другом жили Березкины и сторож. На разном удалении установили «черные тела» и окрашенные щиты. За этими объектами велись наблюдения при дневном и сумеречном освещении, затем материал наблюдений обрабатывался. Основной помощницей Владимира Александровича в этих работах была (в 1942–1943 гг.) молодой инженер С.В. Долгова (Зверева), М.В.Гущина и Н.М. Судеревская.

В организацию и проведение этих работ В.А. Березкин вложил много сил и энтузиазма. Только при его настойчивости можно было в столь сжатые сроки организовать работу в тех условиях.

Бытовая сторона жизни в Высокой Дубраве определялась сельскими условиями. Хлебом снабжали, а в остальном – кормились огородом и лесом. В 1943 г. организовали небольшую столовую, в которой в обеденный перерыв сотрудники получали по миске горячего супа (вторых почти не готовили)» [3].

Резэвакуация ГГО из Высокой Дубравы в Ленинград началась с 15 августа и закончилась 1 сентября 1944 г. [3. С. 136].

Таким образом, последующая тематика актинометрических работ в Высокой Дубраве была стимулирована направлениями исследований ведущими сотрудниками ГГО Н.Н.Калитиным и В.А.Березкиным.

Из известных данных по общему содержанию озона в Екатеринбурге сошлемся на данные за 1963 г., приведенные в [2. С. 143–144] Г.П.Гуциным. Из них следует, что в период с января по апрель наблюдался рост среднего содержания озона с 0.295 см в столбе атмосферного воздуха до 0.464 см. В последней декаде марта (в частности, 26 марта) наблюдалось самое высокое содержание озона (0.586 см), а далее – спад (апрель – 0.420 см; май – 0.411 см; июнь – 0.280 см). В июле наблюдался снова небольшой подъем (0.345 см). Наконец, с августа (0.310 см) – относительно монотонный спад до декабря месяца (0.217 см).

Та же тенденция усматривается и в современных данных. Например, в 1995 г. в апреле содержание озона над Уралом превышало норму на 10%, а в октябре ее было меньше на 7% [5. С. 28].

В целом, раскрывая причины такого поведения озона, Г.П. Гуцин отмечает, что количество озона над сушей зимой несколько меньше, чем летом, так как альbedo снега и земной поверхности летом существенно различаются. Это же имеет место и при сравнении содержания озона над водными поверхностями, так как альbedo, например, снежного покрова 70%, а воды – 10% [2. С. 8]. Вследствие этого над сушей озонный слой получает добавочное количество отраженной радиации, которая, согласно Г.П. Гуцину, разрушает озон. Эта отраженная радиация для разрушения озона особенно эффективна на высотах 20–40 км, где устанавливается фотохимическое равновесие. Уменьшение плотности озона особенно проявляется себя, когда отсутствует западный перенос воздушных масс на указанных высотах, поскольку последний заставляет двигаться воздушные массы то над океаном, то над сушей. Кроме того, на высотах 20–30 км в средних широтах по многолетним наблюдениям относительные скорости ветра минимальны. В итоге все это приводит к тому, что под действием отраженной солнечной радиации к концу осени на 40–65° с.ш. и на высотах 20–40 км над материками происходит заметное уменьшение плотности озона по сравнению с плотностью озона над океанами. В весенний же период из-за различия в альbedo материков и океанов в районах береговых линий приводят к усилению турбулентных движений, что вызывает повышение плотности озона в материковой зоне.

Можно отметить, что исследования Г.П. Гуцина базировались на более ранних данных, например за 1957–1959 гг. [6], поэтому можно заключить, что исследования озона в Свердловске, вероятно, начались не позднее 50-х гг. XX в.

Библиографический список

1. *Абельс Г.Ф.* Исторический очерк и климатологические данные Свердловской обсерватории // Тр. Свердл. Геофизической Обсерватории. Свердловск. 1925. № 1. С. 1–12 с.
2. *Атмосферный озон* // Материалы III межведомственного совещания по атмосферному озону 21 – 23 мая 1963 г. Л.: Гидрометиздат, 1965. 148 с.
3. *Главная геофизическая обсерватория им. А.И.Воейкова в годы Великой Отечественной войны.* Л.: Гидрометеиздат, 1985. 138 с.
4. *Глебов П.А.* Исторический очерк // Свердловская Магнитная и Метеорологическая Обсерватория. 1836–1936. Юбилейный сборник. Свердловск: СУГ, 1936. С. 9–94.
5. *Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 1995 г.* Екатеринбург: РИЭЦ при УРЦ «Аэрокосмоэкология». 218 с.
6. *Данные по химическому составу атмосферных осадков и общему содержанию озона в атмосфере в различных пунктах СССР (материалы МГГ и МГС за 1957–1959 гг.)* / под ред. Е.С.Селезневой и Г.П. Гуцина. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 124 с.
7. *Нездюров Д.Ф.* Очерки развития метеорологических наблюдений в России. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 224 с.
8. *Нездюров Д.Ф.* П.К.Мюллер: некролог // Метеорологический вестник. 1926. № 9. С.197.
9. *Ортенберг Ф.С., Трифонов Ю.М.* Озон: взгляд из космоса (Космический мониторинг атмосферного озона). М.: Знание, 1990. 64 с.
10. *Очерки по истории гидрометеорологической службы России.* СПб: Гидрометеиздат, 1997. Т.1. 344 с.
11. *Поздеев В.Г.* Актинометрические наблюдения в Свердловске // Свердловская Магнитная и Метеорологическая Обсерватория. 1836–1936. Юбилейный сборник. Свердловск: СУГ, 1936. С.181–226.
12. *Советский энциклопедический словарь.* М.: Сов. энцикл., 1986. 1600 с.
13. *Тверской П.Н.* Развитие метеорологии в СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1949. 54 с.
14. *Хвольсон О.Д.* Курс физики. СПб.: Издание К.Л. Риккера, 1898. Т.2. 701 с.
15. *Храмов Ю.А.* Физики. Биографический справочник. М.: Наука, 1983. 400 с.
16. *Хргиан А.Х.* Очерки развития метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1948. 352 с.
17. *Чижевский А.Л.* Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. М.: Мысль, 1995. 768 с.

The history actinometry researches in Yekaterinburg is resulted. The basic stages of such researches are allocated. The significant attention is given to a problem of ozone. Problems actinometry monitoring are discussed.