

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



Национальный
исследовательский
**Томский
государственный
университет**



**Геолого-
географический
факультет**
Томского
государственного
университета



НАУЧНОЕ
СТУДЕНЧЕСКОЕ
ОБЩЕСТВО
ПРОМЕТЕЙ

Азимут геонаук

Выпуск 2

Материалы Междисциплинарной
молодежной научной конференции

Томск – 2022

ГРОВОЯЯ АКТИВНОСТЬ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ СЕТИ WWLLN

А.В. Громова

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
магистрант 2 года обучения ГГФ, gromovaav@inbox.ru*

Научный руководитель: д.г.н., профессор В.П. Горбатенко
Консультант: к.ф.-м.н. К.Н. Пустовалов

Проведена тематическая обработка оперативных данных о локализации молниевых разрядов, зарегистрированных грозопеленгационной сетью WWLLN за период 2016–2021 гг. Получены оценки пространственно-временной изменчивости грозовой активности над Западной Сибирью. Рассчитана плотность молниевых разрядов над административными центрами региона.

Ключевые слова: грозовая активность, кучево-дождевые облака, WWLLN, Западная Сибирь

Вплоть до конца XX века источниками информации о грозах являлись визуальные наблюдения на метеостанциях и эпизодические инструментальные наблюдения с помощью грозопеленгаторов, что не позволяло получить надёжных оценок о плотности разрядов молний над конкретной территорией. Начиная с 90-х гг. XX века дополнительными источниками информации о грозах стали метеорологические спутники. Так, с 1995 по 2000 гг. регистрация гроз из космоса осуществлялась с помощью аппарата Optical Transient Detector (OTD), установленного на спутнике MicroLab-1, а с 1997 по 2015 гг. – аппаратом Lightning Imaging Sensor (LIS) на спутнике TRMM [Global..., 2021; Горбатенко и др., 2009]. С начала XXI в. в мире активно развивается Всемирная сеть локализации молний – World Wide Lightning Location Network (WWLLN) [WWLLN..., 2021].

Сеть WWLLN даёт информацию о грозовой активности над всем земным шаром посредством регистрации электромагнитных сигналов от гроз в ОНЧ-диапазоне (3–30 кГц). В настоящее время сеть состоит из более 60 пунктов приёма, в том числе на территории России. Согласно [Virts и др., 2013], грозопеленгационная сеть WWLLN обеспечивает беспрецедентную возможность локализации молниевых разрядов в глобальном масштабе с высоким пространственным разрешением и позволяет получить оценки пространственно-временной изменчивости грозовой активности для любого региона планеты.

Ранее в исследованиях [Tarabukina и др., 2017, Karanina и др., 2018, Тарабукина и др., 2021] на основе данных WWLLN было получено распределение плотности разрядов молний над Северной Евразией и Томской областью, однако расчёт выполнялся для менее подробной сетки и за другие периоды времени.

В настоящем исследовании ставилась цель оценить распределение плотности разрядов молний над всей территорией Западной Сибири на основе данных WWLLN и провести анализ их временной изменчивости.

Для выполнения поставленной цели были использованы оперативные данные WWLLN, накопленные за период 2016–2021 гг. Оперативные данные WWLLN выкладываются в открытом доступе с задержкой 6 часов на сайте World Wide Lightning Location Network в формате KMZ (Google Earth) [WWLLN..., 2021]. Эти файлы содержат информацию о координатах, времени, и других характеристиках каждого зарегистрированного сетью WWLLN разряда молнии за период 1 час.

Для удобства файлы KMZ конвертировали в формат TXT с помощью ГИС-программ. После чего проводилась их пакетная обработка с помощью языка программирования MATLAB.

На основе данных о координатах разрядов молний, зарегистрированных сетью WWLLN, рассчитывалось количество разрядов молний для сетки с ячейками $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ по долготе и широте для территории Западной Сибири ($45\text{--}75^\circ$ с.ш., $60\text{--}95^\circ$ в.д.) за период 2016–2021 гг. Затем определялась площадь каждой ячейки, а на её основе рассчитывалась плотность разрядов молний [разр./ $(\text{км}^2 \cdot \text{год})$]. Также проводился анализ временной изменчивости (многолетней и сезонной) грозовой активности как в целом для всей исследуемой территории, так и для отдельных населённых пунктов. Расчёт плотности молний проводился для зон радиусом 5 км в центре каждого населённого пункта.

Анализ пространственного распределения плотности разрядов молний показал, что грозовая активность над Западной Сибирью увеличивается с востока на запад. Повышенная грозовая активность наблюдается над Кондинской низменностью, Среднеобской низменностью, Обь-

Иртышским междуречьем, над севером Васюганской равнины и восточной периферией Южного Урала.

Самая высокая плотность молниевых разрядов зафиксирована в северной части Кондинской низменности, на юго-западной периферии Сибирских увалов. Это расположение может объясняться несколькими причинами. Северная часть этого очага располагается на системе возвышенностей, а южная часть имеет сильную заболоченность и включает в себя крупную систему небольших озер.

Повышенная плотность гроз над Среднеобской низменностью и Обь-Иртышским междуречьем, предположительно, можно также объяснить влиянием болотных комплексов. Расположение «Обь-Иртышского» очага хорошо согласуется с очертаниями Большого Васюганского Болота, являющегося одним из самых больших болот в мире [Васюганское..., 2003]. Последний очага объясняется, главным образом, влиянием орографии – предгорий Южного Урала.

В целом, очаги повышенной и пониженной молниевой активности достаточно хорошо согласуются с результатами регистрации молний оптическим детектором спутника MicroLab-1, регистрировавшего разряды над исследуемой территорией в период 1995–1999 гг. [Горбатенко и др., 2009]. Уровень зарегистрированной молниевой активности несколько различается, что объяснимо разными методами регистрации, но подробный анализ причин этих различий требуют дополнительных исследований.

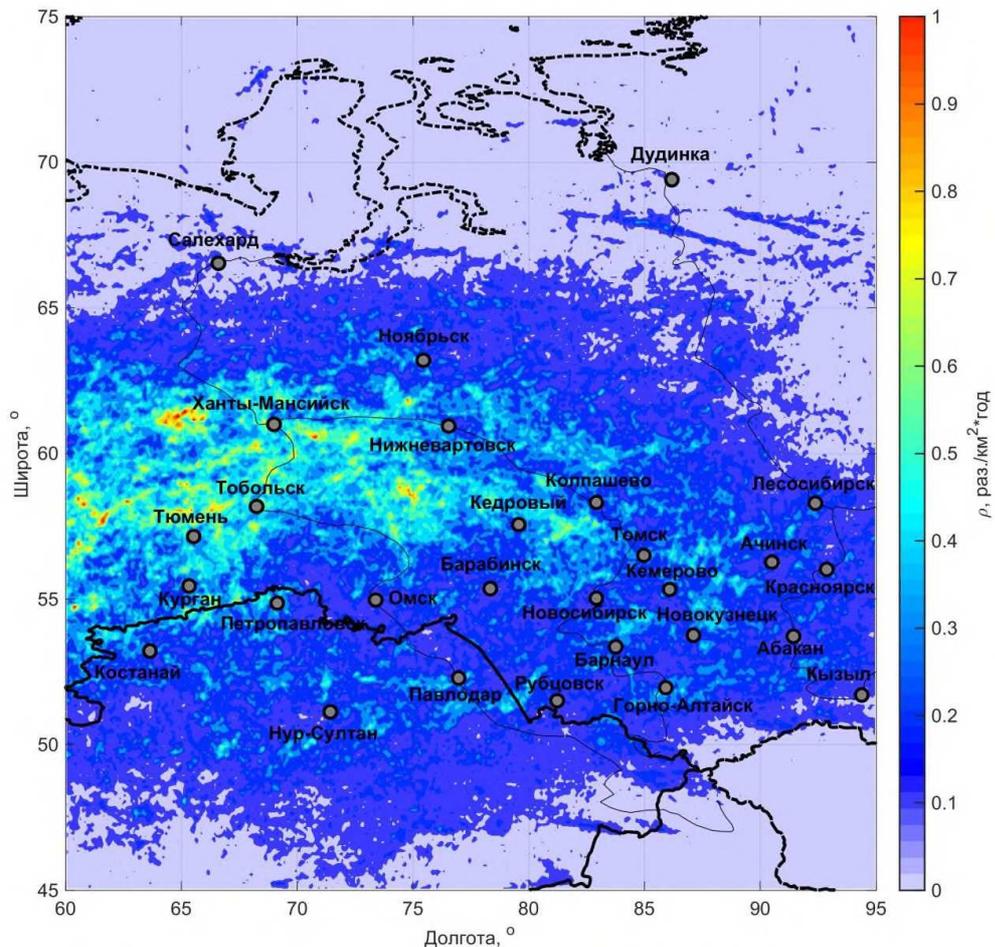


Рисунок 1 – Пространственное распределение плотности разрядов молний (ρ , раз./ $\text{км}^2 \cdot \text{год}$) над Западной Сибирью, построенные по данным грозопеленгационной сети WWLLN за весь исследуемый период (2016–2021 гг.)

Согласно рисунку 2, можно сказать, что наиболее продолжительный грозовой сезон отмечается в Ханты-Мансийске, он длится шесть месяцев с апреля по сентябрь, в Салехарде самый короткий – три месяца с июня по август. Максимальная повторяемость молниевых разрядов во всех населенных пунктах приходится на июль (более 50 %), в октябре случаев с грозами не было зафиксировано. При этом грозовая активность над регионом начинается во второй половине апреля, а заканчивается в сентябре, но в сумме за эти два месяца плотность разрядов молний не превышает 1 % от годовой.

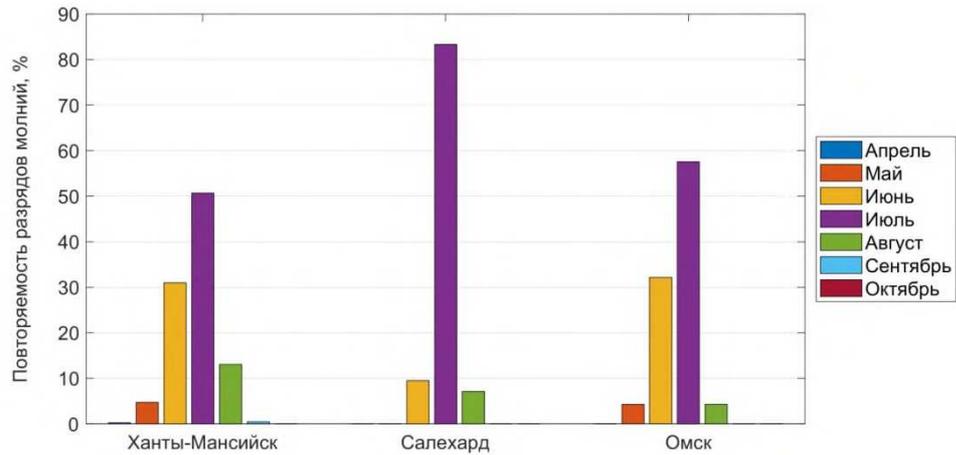


Рисунок 2 – Распределение повторяемости молниевых разрядов по месяцам (в %) для некоторых населённых пунктов, расположенных в центральной (Ханты-Мансийск), северной (Салехард) и южной (Омск) частях территории исследования соответственно, за период 2016–2021 гг.

Проведена оценка грозовой активности для административных центров региона (Рис. 3). Анализ показал, что максимальное значение плотности гроз зафиксировано в г. Ханты-Мансийск и составляет (0,67 раз./($\text{км}^2 \cdot \text{год}$)), самое низкое значение в г. Дудинка (0,03 раз./($\text{км}^2 \cdot \text{год}$)). Также повышенная плотность разрядов молний отмечается в Тюмени, Барнауле и Горно-Алтайске.

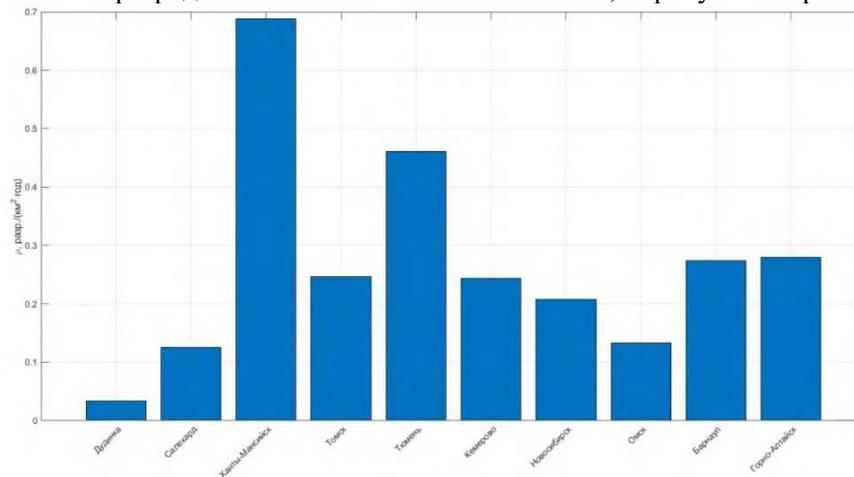


Рисунок 3 – Плотность разрядов молний (ρ , раз./($\text{км}^2 \cdot \text{год}$)) для административных центров Западной Сибири, рассчитанная по данным WWLLN за период 2016–2021 гг.

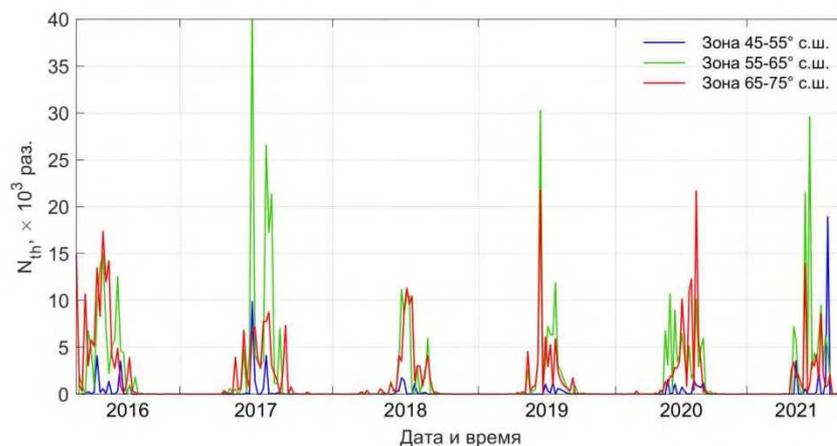


Рисунок 4 – Изменение грозовой активности (N , раз) над Западной Сибирью для трех зон ($45\text{--}55^\circ$, $55\text{--}65^\circ$ и $65\text{--}75^\circ$ с.ш.), рассчитанная по данным WWLLN за период 2016–2021 гг.

Анализ грозовой активности в разные годы исследуемого периода не позволяет в полной мере судить о пределах межгодовой изменчивости, однако и продолжительность грозового сезона

и повторяемость разрядов молнии в 2017 году оказалось больше, чем в другие годы. К тому же грозы в зоне 55–65° с.ш. значительно интенсивнее остальных.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены оценки пространственно-временного изменения грозовой активности на юге Западной Сибири на основе данных сети WWLLN за период с 2016 по 2021 гг.

Очевидно, что в пространственном распределении плотности разрядов молний на единицу площади, на фоне средних значений выделяются очаги повышенных уровней молниевой активности.

Литература

1. Васюганское болото (природные условия, структура и функционирование). 2-е изд., под ред. Л.И. Инишевой. Томск: ЦНТИ, 2003. 212 с.
2. Горбатенко В.П., Ершова Т.В., Константинова Д.А. Пространственное распределение плотности разрядов молнии в землю над территорией Западной Сибири // Вестник томского государственного университета. 2009. № 329. С. 251–255.
3. Тарабукина Л.Д., Козлов В.И., Иннокентьев Д.Е. Анализ 11-летней динамики пространственного распределения плотности молний в Северной Азии // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. Науки. – 2021. Т. 34. №1. С. 159–173.
4. Global Hydrology Resource Center (GHRC). – URL: <https://ghrc.nsstc.nasa.gov/pub/lis/climatology/LIS-OTD/HRFC/> (дата обращения: 01.12.2021 г.).
5. Karanina S.Yu. Kocheeva N., Belikova M., Baranovskiy N. Spatial and temporal distribution of lightning discharges over Tomsk region according to WWLLN data for 2010-2015 // Advances and Applications in Statistics. 2018. V. 52, № 5. pp. 339–362.
6. Tarabukina L.D. Kozlov I., Karimov R.R., Mullayarov V.A. Spatial Pattern of Lightning Strikes in North Asia // Russian Meteorology and Hydrology. 2017. V. 42, №. 2. pp. 88–94.
7. Virts K.S., Wallace J.M., Hutchins M.L., Holzworth R.H. Highlights of a new ground-based, hourly global lightning climatology // Bulletin of the American Meteorological Society. 2013. V. 94. pp. 1381–1391.
8. WWLLN – World Wide Lightning Location Network. – URL: <http://webflash.ess.washington.edu/> (дата обращения: 01.12.2021 г.).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СПУТНИКА CALIPSO ДЛЯ АНАЛИЗА ВЕРШИН (НАКОВАЛЕН) МЕЗОМАСШТАБНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ СИСТЕМ НАД ЮГОМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.Ф. Жуков

Национальный исследовательский Томский государственный университет
магистрант 1 года обучения ГГФ, den1szhukov@yandex.ru

Научный руководитель: к.ф.-м.н. К.Н. Пустовалов

В работе приведены результаты исследования особенностей характеристик вершин (наковален) мезомасштабных конвективных систем над югом Западной Сибири по данным лидара CALIOP (спутник CALIPSO). В качестве исследуемых были выбраны следующие характеристики МКС: горизонтальная протяжённость верхней кромки МКС, высота верхней границы, полное излучение обратного рассеяния и оптическая плотность облачности. Все они были получены из продуктов спутника CALIPSO, по двум уровням обработки – 1В и 2.

Ключевые слова: мезомасштабные конвективные системы, Западная Сибирь, спутник CALIPSO, лидар CALIOP, полное излучение обратного рассеяния, оптическая плотность

Во второй половине XX – начале XXI вв. в регионах Северной Евразии, отмечалось увеличение доли конвективных облаков [Chernokulsky et al., 2011]. Сохранение данной тенденции приведёт к дальнейшему увеличению повторяемости конвективных облаков и связанных с ними неблагоприятных и опасных явлений: грозы, града, интенсивных ливневых осадков, шквалов и др. Наиболее опасными проявлениями конвективной облачности являются мезомасштабные конвек-