

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ LANDSAT 8 В ОЦЕНКЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ В ПРЕДГНЕЗДОВОЙ И ГНЕЗДОВОЙ ПЕРИОДЫ ОЗЕРНОЙ ЧАЙКИ (*LARUS RIDIBUNDUS* L.)

© 2020

Шураков С.А., Чашин А.Н.

Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова (г. Пермь, Российская Федерация)

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности применения данных дистанционного зондирования Landsat 8 в оценке температурных условий аквальных ландшафтов при изучении численности и плотности чаек. Изучение орнитологической обстановки проводилось в приаэродромной территории международного аэропорта Пермь Пермского района Пермского края, где озерная чайка является неблагоприятным фактором безопасности перелетов пассажирских воздушных судов. В границах области было выделено 5 водоемов. Подробно описывается способ вычисления температуры поверхности по мультиспектральному спутниковому снимку серии Landsat 8 с приведением источников первичных данных, атмосферных параметров и получением растрового покрытия с разрешением 30 метров на пиксель. Использованный для вычисления инструмент – модуль Land Surface Temperature программы QGIS. В работе представлены карты температуры в границах области проведенных орнитологических обследований и плотности особей *Larus ridibundus* L. Плотность особей птиц для отдельных водоемов вычислена при помощи модуля Spatial Analyst программы ArcGIS инструментом «плотность ядер». По результатам исследований установлена тесная корреляционная зависимость привлекательности водоемов для Laridae от температуры воды. Коэффициенты корреляции составили 0,83 и 0,71 соответственно с численностью и плотностью *Larus ridibundus* L.

Ключевые слова: озерная чайка; данные дистанционного зондирования; Landsat 8; температура водоема; биологические очистные сооружения; орнитологическое обследование; плотность особей птиц; геоинформационное картографирование; Spatial Analyst; ArcGIS; QGIS; Land Surface Temperature; город Пермь; Пермский край.

THE USE OF LANDSAT 8 REMOTE SENSING DATA FOR ASSESSING THE TEMPERATURE CONDITIONS OF THE *LARUS RIDIBUNDUS* L. HABITAT

© 2020

Shurakov S.A., Chashchin A.N.

Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov (Perm, Russian Federation)

Abstract. This paper discusses the possibilities of using Landsat 8 remote sensing data for assessing the temperature conditions of aquatic landscapes when studying the abundance and density of gulls. The study of the ornithological situation was carried out on the territory of the Perm international airport of the Perm Region, where the black-headed gull is an unfavorable factor in the safety of passenger aircraft flights. Within the boundaries of the region, 5 reservoirs were identified. A method for calculating the surface temperature from a multispectral satellite image of the Landsat 8 series is described in detail with the presentation of primary data sources, atmospheric parameters and obtaining raster coverage with a resolution of 30 meters per pixel. The tool used for the calculation is the Land Surface Temperature module of the QGIS software. The paper presents maps of temperature within the area of conducted ornithological surveys and the density of gulls. The densities of birds for individual bodies of water are calculated using the Spatial Analyst module of the ArcGIS program with the «kernel density» tool. According to the research results, a close correlation was established between the attractiveness of reservoirs for gulls and water temperature. The correlation coefficients were 0,83 and 0,71, respectively, with the abundance and density of gulls.

Keywords: black-headed gull; remote sensing data; Landsat 8; reservoir temperature; biological treatment facilities; ornithological survey; density of birds; geoinformation mapping; Spatial Analyst; ArcGIS; QGIS; Land Surface Temperature; city of Perm; Perm Region.

Введение

Озерная чайка *Larus ridibundus* L. в список гнездящихся птиц в Прикамье была внесена С.А. Ушковым [1]. Е.М. Воронцов отмечал лишь единичные экземпляры в окрестностях г. Молотова [2]. Северная граница ареала, по материалам Л.С. Степаняна, проходит на Урале около 60° с.ш. [3]. В окрестностях г. Перми в настоящее время *Larus ridibundus* L. – самая многочисленная из Laridae, образующая во вре-

мя гнездования поливидовые колонии, включающие *Larus argentatus* Pontoppidan, *Sterna hirundo* L. и других околородных птиц. *Larus ridibundus* L. – представитель воздушно-водной экологической группы. Прилет Laridae происходит при среднесуточной температуре –1,9°С. При этом акватория очистных сооружений привлекает птиц особым микроклиматом, который определяется более высокой температурой водоема [4–9].

В связи с этим изучение влияния температуры технологических водоемов «Новогор» на численность *Larus ridibundus* L., по сравнению с естественными бессточными водоемами окрестностей, позволяет сделать объективные выводы о привлекательности очистных сооружений для гнездования птиц. При этом измерение температуры во время натурных обследований является почти нерешаемой задачей в связи с недоступностью центральной части акватории очистного сооружения, где обитает основная часть особей, для контактных замеров. Поэтому эффективным инструментом определения температуры поверхности, среды обитания птиц являются данные дистанционного зондирования земли (ДДЗ) среднего пространственного разрешения [10; 11]. Одним из преимуществ данной методики является возможность связать сроки натурных измерений численности птиц с данными дистанционного зондирования. В научной литературе (в большинстве это зарубежные источники) рассмотрена роль данных дистанционного зондирования в оценке плотности популяции птиц с использованием спектрального индекса NDVI [12–16]. Однако исследования не ограничены оценкой условий местообитания птиц по вегетационному индексу. Так, S.M. Shirley [17] установил взаимо-

связь видового разнообразия птиц со спектральной отражательной способностью, полученной с данных Landsat. Анализ результатов неконтролируемой классификации при выделении природных факторов мест обитания птиц был проведен В.А. Pickens [18]. В исследованиях на рисовых полях G.M. Toral [19] использовал мультиспектральные космические снимки среднего пространственного разрешения в изучении сезонных изменений доступности местообитаний и плотности *Larus ridibundus* L.

Целью наших исследований явилась оценка температурных условий предгнездового и гнездового периодов *Larus ridibundus* L. на основе данных дистанционного зондирования Landsat 8.

Объекты исследования

Орнитологическое обследование проведено на территории, прилегающей к международному аэропорту Пермь, расположенного в Пермском районе Пермского края. В области исследований численность чаек и температура водоемов изучались на пяти объектах: Илонакопитель 10; р. Мулянка; Пруд у насосной станции, Каскад прудов у БОС; Пруд 1 (рис. 1).

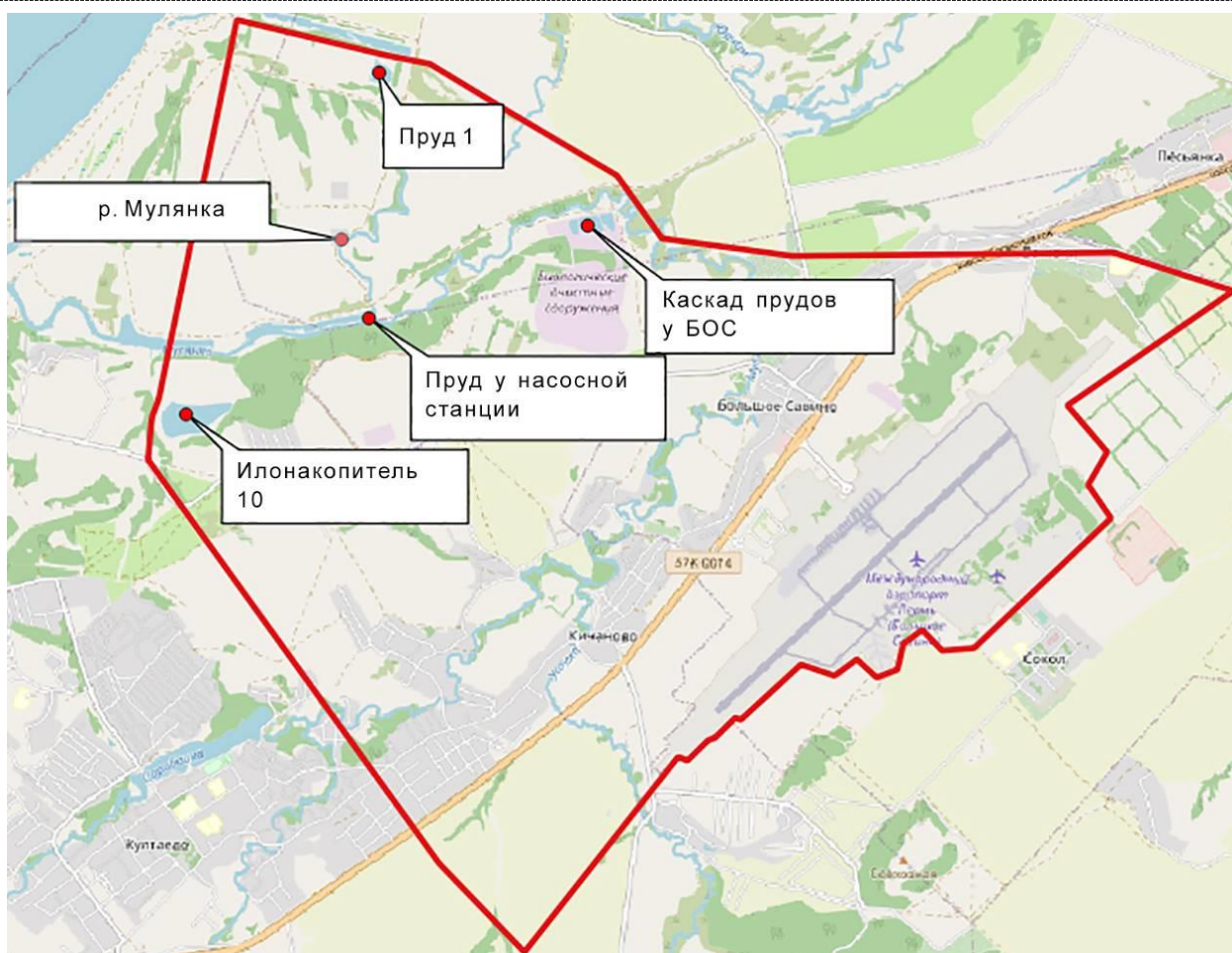


Рисунок 1 – Расположение водоемов в области исследований приаэродромной территории аэропорта Б. Савино

Основные характеристики сравниваемых водоемов: размер, глубина, характер развития растительности приведены в таблице 1. Состояние прибрежной растительности оценено по мультиспектральному спутниковому снимку Landsat 8 от 04.06.2020 при помощи вегетационного индекса NDVI.

По данным, приведенным в таблице, водоемы имеют в основном схожие характеристики, что подтверждает допустимость сравнения численности и плотности населения озерной чайки на представленных объектах исследований.

Материалы и методика исследований

Натурные обследования чайки проведены 08.04.2020 г. и 04.06.2020 г. На эти же даты получены мультиспектральные спутниковые снимки серии Landsat 8 с портала геологической службы США [20]. Для научных и практических исследований регионального масштаба наибольшую ценность представляют данные температуры земной поверхности среднего масштаба. На сегодняшний день сенсор Landsat-8 дает наилучшие данные. Температуру земной поверхности можно оценить по термальным спектральным каналам сенсора Landsat 8, то есть таким каналам, которые снимают земную поверхность в диапазоне Thermal Infrared Radiation – 10–15 микрон [21]. Однако данный канал сенсора имеет низкое пространственное разрешение, и полученные данные при переходе к детальному масштабу конкретного очистного сооружения будут иметь погрешность. Тем не менее существует алгоритм расчета с применением каналов видимой и ближней инфракрасной области спектра в среднем разрешении, равном 30 метров на пиксель.

Поэтому вычисление температуры по снимку Landsat 8 выполнено модулем Land Surface Temperature (LST) геоинформационной системы с открытым кодом QGIS. Процесс определения температуры поверхности показан на примере первой даты наблюдений – 08.04.2020 г. в связи с полным отсутствием облачности в границах исследований. Создание карты температуры по спутниковому снимку происходит в пять последовательно организованных этапов средствами программной оболочки модуля LST. Сначала вычисляются спектральные индексы в следующем порядке: Radiance (отраженное излучение) → Brightness Temperature (яркость температуры) → NDVI (нормализованный разностный индекс растительности) → Land Surface Emissivity (коэффициент

излучения земной поверхности), где последующий спектральный индекс рассчитывается на основе предыдущего. На последнем этапе вычисляется температура поверхности «Surface Temperature». Достоверность полученных значений существенно увеличивается за счет добавления в расчет атмосферных параметров. Они позволяют вычислить температуру исследованных водоемов по способу «с применением атмосферной коррекции» (Radiative transfer equation). Поэтому перед началом расчета спектральных индексов были получены исходные данные о метеоусловиях даты спутникового снимка Landsat 8 с сайта Гидрометцентр России <https://meteoinfo.ru> (рис. 2).

Метеоусловия, характеризующие день натуральных наблюдений: температура воздуха, атмосферное давление, относительная влажность были пересчитаны в атмосферные параметры. Пересчет выполняется при помощи калькулятора расчета атмосферных параметров (на сайте NASA <https://atmcorr.gsfc.nasa.gov>). Кроме данных о погоде, в калькуляторе учитываются дата снимка и высота рельефа местности. В данном исследовании высота соответствует поверхности воды Илонакопителя 10, значение которой извлечено из цифровой модели рельефа SRTM. Вид калькулятора с введенными параметрами объекта исследований на 8 апреля 2020 года представлен на рисунке 3.

По результатам расчета атмосферных параметров получен отчет (рис. 4). Используемые в итоговом расчете температуры параметры на рисунке 4 обведены красным.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате обработки мультиспектрального снимка Landsat 8 были созданы карты температур в заданных границах с разрешением 30 метров на пиксель. Карта температур на 08.04.2020 г. представлена на рисунке 5. По полученным данным область исследований характеризуется температурой от $-0,4^{\circ}\text{C}$ до $+15^{\circ}\text{C}$ 08.04.2020 г. и от $+13,2^{\circ}\text{C}$ до $+34,8^{\circ}\text{C}$ 04.06.2020 г. При этом температура водоемов, где встречается *Larus ridibundus* L., 08.04.2020 г. колеблется от $+2^{\circ}\text{C}$ до $+6^{\circ}\text{C}$, а 04.06.2020 г. от $+16^{\circ}\text{C}$ до $+28,1^{\circ}\text{C}$. Температура в границах водоемов на дату 04.06.2020 г. со значениями выше $+26,5^{\circ}\text{C}$ характеризует иловые отложения в прибрежной части Илонакопителя 10, которые в апреле находились под водой.

Таблица 1 – Характеристика водоемов обитания *Larus ridibundus* L.

Наименование водоема	Размер, км ²	Средняя глубина, м	Степень развития биомассы прибрежных растений по NDVI на 04.06.2020
Илонакопитель 10	0,101	3,8	средняя
р. Мулянка	0,094	2,4	высокая
Пруд у насосной станции	0,100	4,3	высокая
Каскад прудов у БОС	0,043	4,4	средняя
Пруд 1	0,021	4,8	высокая

ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ
О погоде - из первых рук

Новости Прогнозы Фактические данные Вокруг погоды

Фактические данные > Текущая информация по России и миру > Архив фактической погоды

Архив фактической погоды

Анимация текущих данных радарных наблюдений для ЕТР: явления погоды

Обзор текущих агрометеорологических условий на территории России

Снимки с геостационарных метеорологических спутников

Карты температуры воды в морях

Метеорологические экстремумы на планете за истекшие сутки

Гидрологическая информация по рекам бассейна Кубани

Архив фактической погоды

Карты среднемесячных значений и аномалий метеовеличин по Северному полушарию за

Страна, Станция (город) День и срок

Россия Пермь I, Пермский кра 2020-04-08 12:00

Фактическая погода

Среда, 8 апреля
12:00 (UTC)

Атмосферное давление на уровне станции, мм рт.ст.	741
Температура воздуха, °C	1.8
Относительная влажность, %	25.3
Направление ветра	западный
Средняя скорость ветра, м/с	4
Порывы, м/с	11
Балл общей облачности	0
Горизонтальная видимость, км	20

Рисунок 2 – Получение исходных данных о метеоусловиях для записи в модуль QGIS Land Surface Temperature

Enter the parameters for which you wish calculate atmospheric transmission and upwelling radiance:

Year: 2020 Month: 04 Day: 08

GMT Hour: 5 Minute: 9

Latitude: 57.9499 Longitude: 55.9707
+ is North, - is South + is East, - is West

Use atmospheric profile for closest integer lat/long [help](#)

Use interpolated atmospheric profile for given lat/long [help](#)

Use mid-latitude summer standard atmosphere for upper atmospheric profile [help](#)

Use mid-latitude winter standard atmosphere for upper atmospheric profile [help](#)

Use [Landsat-8 TIRS Band 10 spectral response curve](#)

Use [Landsat-7 Band 6 spectral response curve](#)

Use [Landsat-5 Band 6 spectral response curve](#)

Output only atmospheric profile, do not calculate effective radiances

Optional: Surface Conditions
(If you do not enter surface conditions, model predicted surface conditions will be used.
If you do enter surface conditions, all four conditions must be entered.)

Altitude (km): 0.116 Pressure (mb): 741

Temperature (C): 1.8 Relative Humidity (%): 25.3

Results will be sent to the following address:
Email: chascshin@mail.ru

Calculate Clear Fields

Рисунок 3 – Калькулятор расчета атмосферных параметров со значениями области исследований

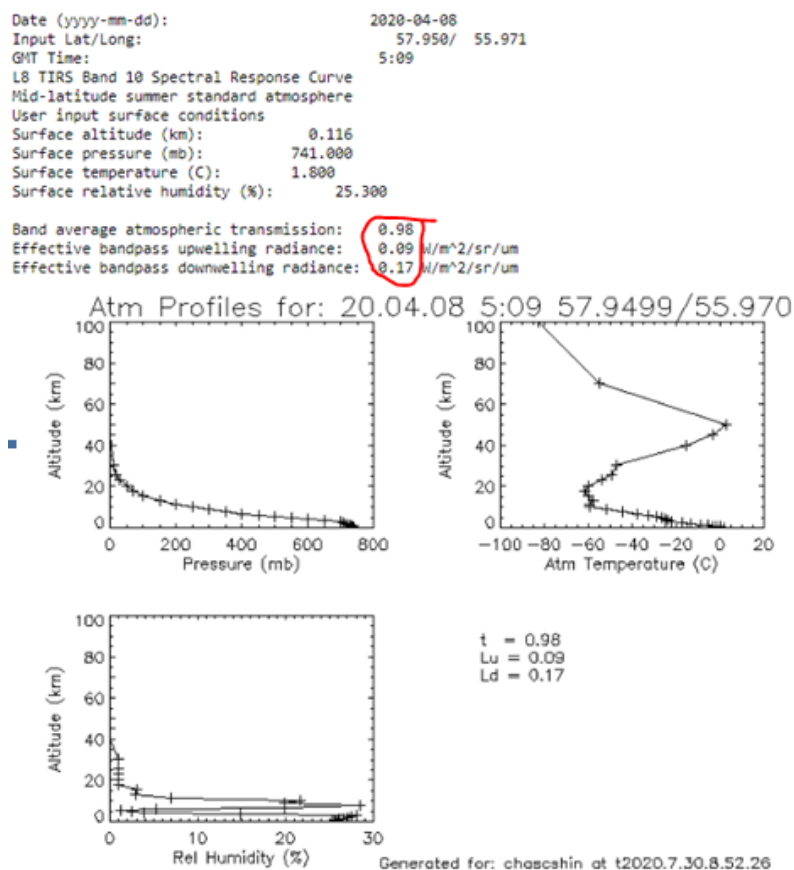


Рисунок 4 – Атмосферные параметры области исследований, использованные для расчета температуры поверхности

Границы обозначенных водоемов были выделены в полигональный слой для того, чтобы рассчитать статистические показатели их температуры. Данный расчет выполнен при помощи модуля «Зональная статистика» программы QGIS. В таблице 2 сведены данные по средней температуре водоемов и численности особей *Larus ridibundus* L. на даты полученных космических снимков (табл. 2).

Таблица 2 – Средняя температура водоемов и численность *Larus ridibundus* L.

Наименование водоема	Дата снимка 08.04.2020 г.		Дата снимка 04.06.2020 г.	
	Температура, °C	Число особей <i>Larus ridibundus</i> L.	Температура, °C	Число особей <i>Larus ridibundus</i> L.
Илонакопитель 10	+4,1	120	+25,5	88
р. Мулянка	+3,1	7	+23,6	3
Пруд у насосной станции	+2,1	10	+19,2	7
Каскад прудов у БОС	+2,7	35	+20,7	2
Пруд 1	+3,5	50	+22,6	12

Корреляционная зависимость числа особей *Larus ridibundus* L. от температуры, по данным таблицы, оказалась сильной. Коэффициенты корреляции для апрельской и июньской обстановки составили соответственно 0,83 и 0,72.

В области исследований наибольшей полностью *Larus ridibundus* L. характеризуется территория Илонакопителя 10. В границах отстойника температура и

численность *Larus ridibundus* L. распределены неравномерно. На основе съемок с квадрокоптера и фотографий особи *Larus ridibundus* L. были представлены слоем точек, где каждая точка описывает одну птицу (рис. 6).

При помощи инструмента «плотность» набора Spatial Analyst программы ArcGIS выполнены карты плотности особей в шт./км² с пространственным разрешением 5 метров на пиксель. Для наглядности сравнения с температурой воды растровое покрытие температуры в границах Илонакопителя при помощи регулярной сетки точек (с шагом 25 метров) преобразовано в покрытие с равным карте плотности птиц разрешением (от 30 до 5 метров на пиксель) методом сплайн-интерполяции (рис. 7).

В точки интерполяции карты температур записаны значения плотности *Larus ridibundus* L., что позволило рассчитать корреляцию плотности птиц от температуры воды в границах Илонакопителя 10. Зависимость в начале апреля оказалась сильной. Коэффициент корреляции равен 0,71. По мере прогрева воды с апреля по июнь происходит уменьшение влияния температуры на плотность птиц, что обусловлено предпочтительностью для *Larus ridibundus* L. островной части водоема вне зависимости от небольшого снижения тепла. Поэтому коэффициент корреляции на 04.06.2020 г. снизился и составил 0,43. Для описания зависимости численности *Larus ridibundus* L. от температуры воды были построены графики зависимости значений плотности птиц (шт. на км²) от температуры (рис. 8).

Исходя из графика от 08.04.2020 г., видно, что по мере увеличения температуры воды значения плотности располагаются более компактно вокруг линии регрессии.

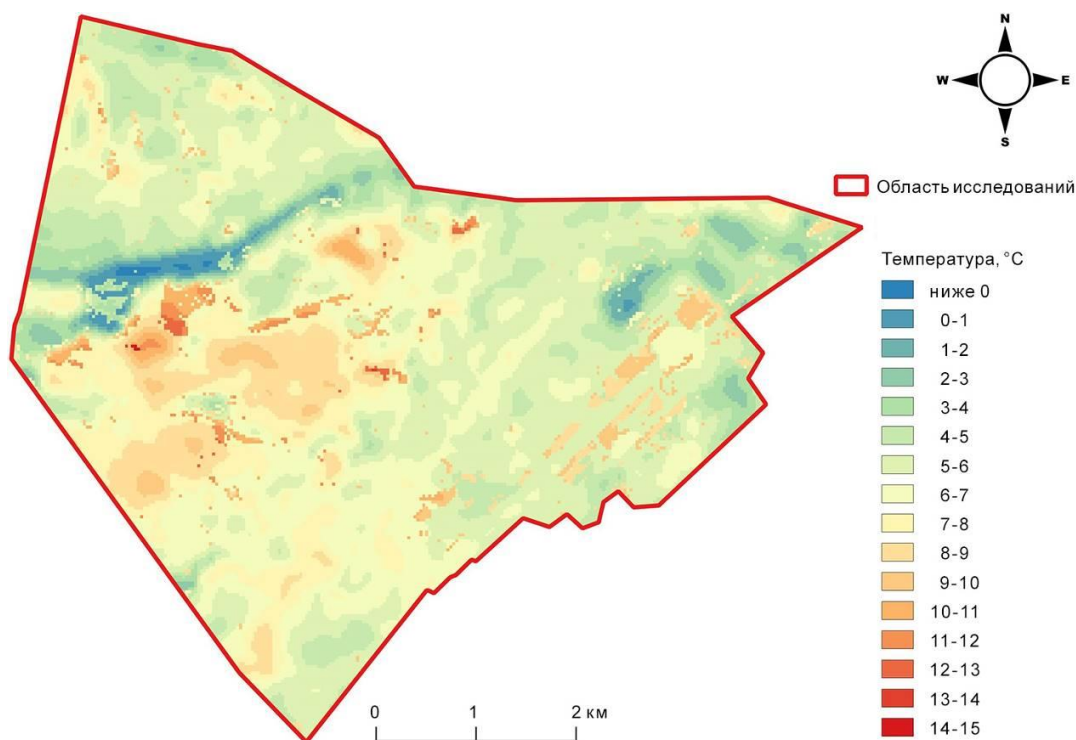


Рисунок 5 – Карта температуры поверхности в границах области исследований

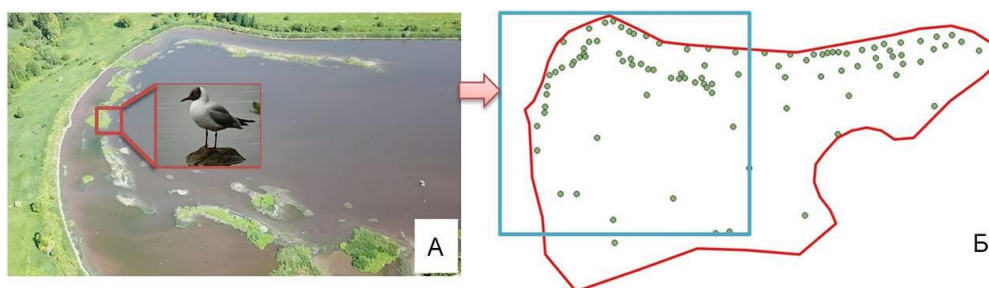


Рисунок 6 – Представление особей *Larus ridibundus* L. в виде слоя точек на территории Илонакопителя 10 (А – снимок части илонакопителя с квадрокоптера 04.06.2020 г., высота съемки 100 м; Б – геоинформационный слой особей *Larus ridibundus* L.)

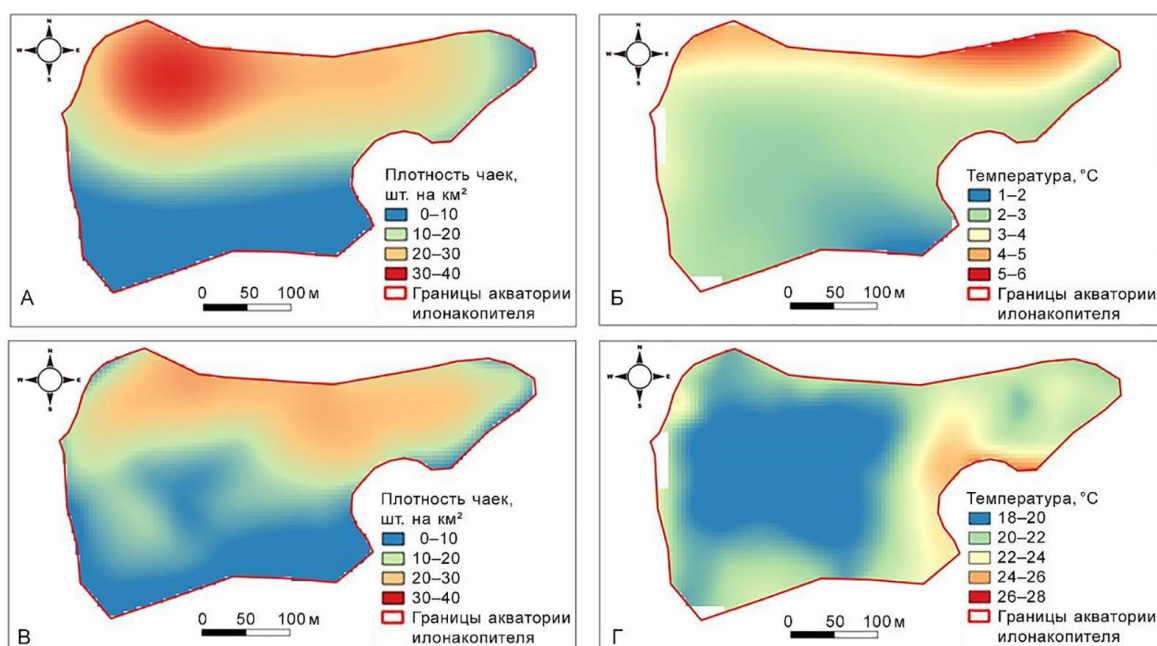


Рисунок 7 – Распределение плотности *Larus ridibundus* L. и температуры воды на территории Илонакопителя 10. А – плотность птиц 08.04.2020 г.; Б – температура воды 08.04.2020 г.; В – плотность птиц 04.06.2020 г.; Г – температура воды 04.06.2020 г.

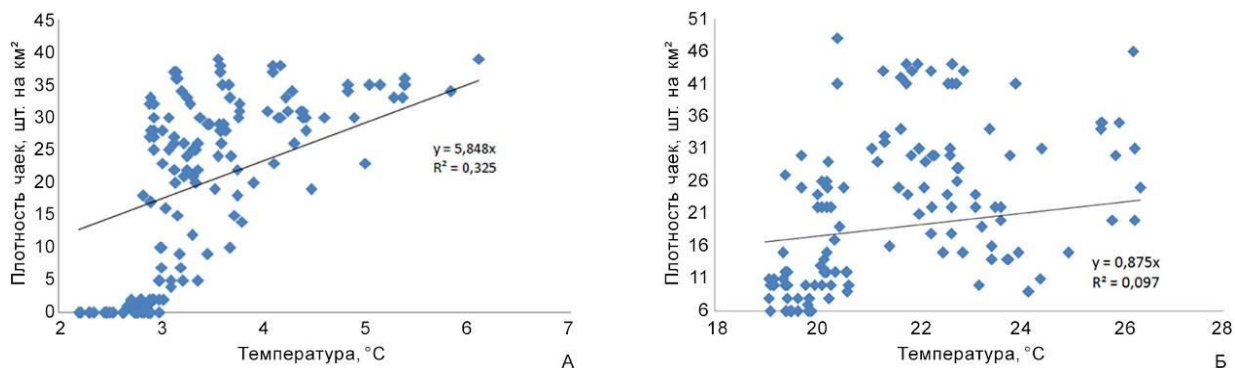


Рисунок 8 – Графики зависимости значений плотности *Larus ridibundus* L. от температуры воды Илонакопителя 10 (А – зависимость на дату 08.04.2020 г.; Б – зависимость на дату 04.06.2020 г.)

Выводы

1. Очевидным преимуществом использования данных дистанционного зондирования в изучении абиотических условий гнездового периода околоводных колониальных птиц является бесконтактное определение температуры, из-за недоступности центральной части акватории илонакопителя, в местах гнездования птиц, для контактных измерений. Данный метод сложно применить к водоемам, имеющим очень малую площадь из-за максимально возможного пространственного разрешения существующих снимков в 30 метров. Также исследования могут быть осложнены погодными условиями в виде облачности.

2. Сравнение температуры в разных экосистемах, соответствующих стоячим водоемам, доказало наличие достоверных различий по интенсивности действия данного абиотического фактора.

3. На примере исследуемой территории (илонакопитель) можно утверждать о прямой зависимости плотности размещения *Larus ridibundus* L. в предгнездовой период от температуры воды.

4. Более высокая температура, подтвержденная дистанционным зондированием, в некоторых частях водоема (на примере илонакопителя) приводит к ускоренной вегетации водной растительности с образованием островов. Это является одним из важных факторов выбора места гнездования и формирования колонии *Larus ridibundus* L.

Список литературы:

1. Ушков С.А. Список птиц Пермского округа Уральской области // Бюллетень МОИП. Отд. Биол. 1928. Т. 36 (1–2). С. 68–116.
2. Воронцов Е.М. Птицы Камского Приуралья (Мологской области). Горький: Изд-во Горьк. ун-та, 1949. 114 с.
3. Степанян Л.С. Состав и распределение птиц фауны СССР: Неворобьиные Non-Passeriformes. М.: Наука, 1975. 370 с.
4. Ламехов Ю.Г. Длительность инкубации яиц колониальных видов птиц // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7, № 1 (22). С. 58–64.
5. Ламехов Ю.Г. Предгнездовой период в жизни колониальных видов птиц на примере озерной чайки (*Larus ridibundus* L., 1766) и черношейной поганки (*Podiceps nigricollis* C.L. Brehm, 1831) в лесостепной зоне

Южного Зауралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № 10. С. 202–208.

6. Маматов А.Ф. Озерная чайка (*Larus ridibundus*) в Башкирии // Современная орнитология. М.: Наука, 1990. С. 74–85.

7. Мельников Ю.И. Численность и распределение чайковых птиц в дельте реки Селенги (Южный Байкал) // Бюллетень МОИП. Отд. Биол. 1988. Т. 93, вып. 3. С. 21–29.

8. Семенова Н.Л. О гнездовании озерной чайки в антропогенном ландшафте // Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование: тез. докл. I съезда всесоюз. орнитол. об-ва и IX всесоюз. орнитол. конф. Ч. 2. 16–20 декабря 1986 г. / отв. ред. Р.Л. Потапов. Л.: ЗИН, 1986. С. 234–235.

9. Недзинскас В.С. Гнездование водоплавающих птиц в колониях озерных чаек // Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование: тез. докл. I съезда всесоюз. орнитол. об-ва и IX всесоюз. орнитол. конф. Ч. 2. 16–20 декабря 1986 г. / отв. ред. Р.Л. Потапов. Л.: ЗИН, 1986. С. 102.

10. Марчуков В.С., Чинь Л.Х. Мониторинг поверхностной температуры во Вьетнаме по данным многозональной съемки КА LANDSAT // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2013. № 6. С. 41–43.

11. Матушко А.К. Определение температуры поверхности воды по данным дистанционного зондирования Земли: мат-лы IV междунар. науч. конф. Красноярск: СФУ, 2017. С. 271–274.

12. Мамаев А.Б. Динамика орнитоконкомплексов степной и полупустынной зон Заволжья в XX–XXI вв.: дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2017. 151 с.

13. Мелихова Е.В. География фауны птиц гор Северо-Восточной Сибири: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2018. 151 с.

14. Boniface O., Rolf A. Andrew K. Skidmore Interannual variability of NDVI and bird species diversity in Kenya // International Journal of Applied Earth. 2000. Vol. 2. P. 172–180.

15. Leveau L.M., Isla F., Bellocq M.I. From town to town: Predicting the taxonomic, functional and phylogenetic diversity of birds using NDVI // Ecological Indicators. 2020. Vol. 119. P. 2–11.

16. Prins E., Petersen B.S., Aunins A. Using Landsat TM and field data to produce maps of predicted bird densities in Latvian farmland // International Journal of Remote Sensing. 2005. № 26 (9). P. 1881–1891.

17. Shirley S.M., Yang Z., Hutchinson R.A., Alexander J.D., Mc Garigal K., Betts M.G. Species distribution

modeling for the people: unclassified landsat TM imagery predicts bird occurrence at fine resolutions // Divers Distrib. 2013. Vol 19. С. 855–866.

18. Pickens B.A., King S.L. Linking multi-temporal satellite imagery to coastal wetland dynamics and bird distribution // Ecological Modelling. 2014. Vol. 285. P. 1–12.

19. Toral G.M., Aragonés D., Bustamante J., Figueroa J. Using Landsat images to map habitat availability for waterbirds in rice fields // Ibis. 2011. Vol. 153. P. 684–694.

20. Дубинин М. Получение бесплатных космических снимков Landsat TM, ETM+ через Glovis [Электронный ресурс] // GIS-Lab. 2011. – <https://gis-lab.info/qa/landsat-glovis.html>.

21. Оценка температуры поверхности из снимка Landsat-8 при помощи Land Surface Temperature QGIS Plugin [Электронный ресурс] // GIS-Lab. 2011. – <https://gis-lab.info/qa/vi.html>.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Шураков Сергей Аркадьевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и гигиены животных; Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова (г. Пермь, Российская Федерация). E-mail: s.a.shurakov@yandex.ru.</p> <p>Чашин Алексей Николаевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения; Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова (г. Пермь, Российская Федерация). E-mail: chascshin@mail.ru.</p>	<p>Shurakov Sergey Arkadyevich, candidate of biological sciences, associate professor of Biology and Veterinary Hygiene Department; Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov (Perm, Russian Federation). E-mail: s.a.shurakov@yandex.ru.</p> <p>Chashchin Aleksey Nikolaevich, candidate of biological sciences, associate professor of Soil Science Department; Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov (Perm, Russian Federation). E-mail: chascshin@mail.ru.</p>

Для цитирования:

Шураков С.А., Чашин А.Н. Использование данных дистанционного зондирования Landsat 8 в оценке температурных условий в предгнездовой и гнездовой периоды озерной чайки (*Larus ridibundus* L.) // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 4. С. 184–191. DOI: 10.17816/snv202094128.