НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
АДМИНИСТРАЦИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Природопользование и охрана природы:
Охрана памятников природы,
биологического и ландшафтного
разнообразия Томского Приобья
и других регионов России**

**Материалы IX Всероссийской с международным участием
научно-практической конференции**

Томск, 21–23 апреля 2020 г.

Томск
Издательство Томского государственного университета
2020

мических показателей листьев пяти видов клена не подчинялись закону нормального (Гауссова) распределения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (приказ № 1281 от 25.08.2017 г.).

Литература

1. Панин С.И., Колесниченко Е.Ю., Морозова Т.С., Соловьева В.И. Оценка аккумуляции тяжёлых металлов древесными растениями позащитной лесополосы и полевыми культурами // Вестник Московского гос. областного ун-та. Серия: Естественные науки. 2014. № 1. С. 75–80.
2. Горышина Т.К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1989. 202 с.
3. Бухарина И.Л., Поварничина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск, 2007. 216 с.
4. Булыгин Н.Е. Дендрология. Л. : Агропромиздат 1991. 352 с.
5. Соколов С.Я., Связева О.А. География древесных растений. М. ; Л. : Наука, 1965. 266 с.
6. Деревья и кустарники СССР. Т. II: Покрытосеменные / ред. С.Я. Соколов. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1951. 611 с.

DOI: 10.17223/978-5-94621-954-9-2020-57

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНДУКТОМЕТРА (НА ПРИМЕРЕ ВЕРХОВОГО БОЛОТА СУРГУТСКОЙ НИЗИНЫ) FEATURES OF SPATIAL ASSESSMENT OF SALT POLLUTION USING A CONDUCTIVITY METER (BOG IN SURGUT LOWLAND, WESTERN SIBERIA)

В.Н. Тюрин, О.Ю. Баховская, М.Ю. Баховская, В.А. Домакина, А.О. Кох, О.В. Масловская
V. Tyurin, O. Bakhovskaya, M. Bakhovskaya, V. Domakhina, A. Kokh, O. Maslovskaya

Сургутский государственный университет, г. Омск

tyurin_vn@mail.ru

Представлены полевые данные по электропроводности болотных вод за 2019 г. на участке загрязнения подтоварными водами. Они отразили присутствие физико-химической аномалии, сохранившейся в течение 15 лет с момента аварии. Присутствие загрязнения подтверждается другими признаками и проявляется в изменении pH, растительности, а также отображается на космических снимках.

The data on electrical conductivity in a place of pollution with produced water is presented. The 2019 data reflected a physicochemical anomaly remaining 15 years after an accident. The contour of pollution is also confirmed by other signs and manifested in pH and vegetation, also displayed in satellite images.

Ключевые слова: верховое болото, солевое загрязнение, электропроводность, ГИС.

Keywords: bog, salt pollution, electrical conductivity, GIS.

Солевые загрязнения, вызванные разливами подтоварных высокоминерализованных вод на нефтяных месторождениях, представляют серьезную угрозу северным экосистемам, которые сформированы преимущественно олиготрофными видами растений. Между тем, выявление загрязненных участков и определение их площадей по-прежнему является большой проблемой. К настоящему времени для Западно-сибирского региона опубликованы единичные работы, в которых излагается методика оценки площадей загрязнений и представлены карты (схемы) загрязненных участков с соответствующими пояснениями [5]. Расхождения в масшта-

бах распространения солевых загрязнений в разных источниках [4, 6] отражают несовершенство методик и подходов к их определению.

На сегодняшний день просматривается два основных методических направления оценки площадей загрязнений в полевых условиях:

- 1) путем отбора проб и фиксирования физико-химических и других параметров по сетке [4–5];
- 2) оконтуривание загрязненного участка при наличии визуальных признаков.

Особняком стоит метод, связанный с использованием космических снимков [3, 7], при котором загрязненный участок воспринимается как единое целое.

В 2019 г. нами был апробирован первый метод с задействованием электронных приборов, позволяющих оперативно фиксировать значения электропроводности (с помощью кондуктометра), pH и температуры. Дополнительным источником являлась космосъемка, позволившая сопоставить данные полевых замеров с материалами дистанционного зондирования.

Возможность использования кондуктометров основана на изменении электропроводности в местах солевого загрязнения. Ее повышение при засолении, очевидно, вызвано высокой минерализацией [2] и высокими концентрациями основных ионов в пластовых водах [1]: превышение может достигать двух порядков и более в сравнении с болотными водами незагрязненных участков; даже незначительное присутствие загрязнителя однозначно фиксируется кондуктометром.

Материалы и методы. Для оценки был выбран участок солевого загрязнения на Восточно-Сургутском месторождении (ключевой участок № 1), расположенный в 15 км к северо-востоку от г. Сургут (рис. 1). На нем в 2005 г. было зафиксировано солевое загрязнение, а с 2007 г. нами проводятся наблюдения за состоянием растительности и экологическими параметрами [8–9].

Рис. 1. Карта-схема размещения района исследования

Подготовка схемы полевых измерений физико-химических показателей на участок выполнена в ГИС MapInfo. В качестве пространственного графического ориентира использована космосъемка высокого разрешения 2018 г. из приложения Google Earth, на которой был пред-

варительно обозначен предполагаемый контур загрязнения, по-прежнему проявляющийся на изображениях. В MapInfo построена сетка с шагом 50 м. При этом выделенная область обследования выходила за контур загрязнения, позволяя отражать характер изменения показателей в пространстве от загрязненного участка к незагрязненной территории и определять границы загрязнения полевым методом. Замеры запланированы в местах пересечения линий сетки. Координаты ее крайних точек перенесены в навигатор.

Для работы в полевых условиях были использованы: масштабированная схема с указанным выше снимком и сеткой с соответствующими обозначениями, навигатор, кондуктометр для измерения электропроводности и температуры, дополнительно pH-метр.

Измерения в поле выполнены 21.07.2019 г., 28.07.2019 г. и 1.08.2019 г. (О.Ю. Баховская, А.О. Кох, О.В. Масловская). Перемещение по маршруту осуществлялось параллельным ходом с запада на восток и обратно между крайними точками сетки. Ориентирование по навигатору велось путем движения к конечной точке или от нее, при этом с удалением на каждые 50 м проводилась остановка для измерения параметров, которая соответствовала заданному шагу и пространственно совпадала с пересечениями линий сетки. Следует отметить, что современная навигационная система и приемники сигнала (навигаторы) позволяют вести пространственное определение координат с точностью 2–3 м на открытом пространстве и в ясную погоду. Таким образом, разброс точек относительно расстояния между точками (50 м) не превышал 5 (10) %; иными словами, была достигнута относительно высокая степень равномерности получения данных. Отклонение от описанной схемы допускались при невозможности проводить замеры (отсутствие воды, нарушения и пр.), при этом фиксировались координаты точки и в дневнике делались соответствующие пояснения.

Запись параметров велась в таблицу, в которой номерам точек присваивалось двойное обозначение: буквенное (линии, ориентированные по широте) и цифровое (перпендикулярные им линии). В целом площадь обследования составила 27 га, замеры проведены в 107 точках из 129, в 22 точках получить данные не удалось, прежде всего из-за отсутствия воды (сухой год), частично из-за нарушений (участки отсыпок и пр.).

Данные были внесены в программу MapInfo. Предварительно по углам пересечений линий сетки сгенерированы точки с присвоением им соответствующих обозначений, принятых в поле. В атрибутивной таблице, сопряженной с полем точек, внесены сведения об электропроводности, также о pH и температуре болотных вод, комментарии. Дальнейшая обработка и графическое представление данных выполнялись в MapInfo.

Результаты исследования. Для графической и цветовой визуализации значений электропроводности в MapInfo были сгенерированы тематические слои, отражающие особенности пространственного распределения данных, разбитых по диапазонам с соответствующими цветовыми градациями, указывающими на переходы в градиенте значений. Подготовка тематических слоев позволяет оценить границы физико-химических аномалий, вызванных солевым загрязнением и соотнести их с выделенным контуром загрязнения на космоснимке, а также дает возможность определить особенности пространственного распределения данных.

Полученные полевые данные по электропроводности в болотном массиве позволили зафиксировать территориальную аномалию с повышенными значениями на площади 15,1 га ($>85 \mu\text{S}/\text{см}$), которая на 78 % совпадает с выделенным по космоснимку контуром площадью 13,5 га (рис. 2). В этой аномалии электропроводность колебалась в основном от 85 до $150 \mu\text{S}/\text{см}$ (в одной точке $256 \mu\text{S}/\text{см}$), в среднем составляя $101 \mu\text{S}/\text{см}$. За его пределами значения были заметно ниже, в основном от 33 до $85 \mu\text{S}/\text{см}$, в среднем $74 \mu\text{S}/\text{см}$. Между тем за контуром (на расстоянии до 70 м) для двух точек обнаружены «выскакивающие» значения электропроводности

(94 и 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$). В контуре, обозначенном по электропроводности (по изолинии 85 $\mu\text{S}/\text{cm}$) в среднем ее значение составило 104 $\mu\text{S}/\text{cm}$, за его пределами – 69 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Наиболее четкий градиент по электропроводности отмечен на северо-западе участка – в 50-метровой полосе происходит 2-кратное падение значения к фоновой (повышенной) территории, что связано здесь с более выраженным рельефом местности. На юге граница неоднозначная и размытая, что обусловлено плоским рельефом – практически без перепадов высот. В целом пространственная неопределенность значений обусловлена, помимо рельефа, также механическим вмешательством на отдельных участках, которое вероятно влияет на повышение электропроводности вследствие усиленного разложения органики и высвобождения минеральных веществ. Со временем (за 15 лет с момента разлива подтоварных вод) наблюдается выравнивание значений электропроводности между контуром загрязнения и окружающим пространством, и, как следствие, снижение определенности границ загрязненного участка.

Для подтверждения присутствия загрязнителей в болотных водах нами дополнительно отобраны пробы воды и почв из восьми точек на ионный состав. Корреляционный анализ значений показал тесную связь электропроводности с ионами натрия и хлора. Таким образом, через электропроводность можно оперировать понятием загрязнения и делать вывод о присутствии не только физико-химической, но и геохимической аномалии.

Рис. 2. Электропроводность на обследованном участке: Google – контур, выделенный по космоснимку 2018 г.; μS – контур, выделенный по электропроводности. Снимок из Google Earth представлен в оттенках серого (преобразование в MapInfo). Значения электропроводности даны в $\mu\text{S}/\text{cm}$ (в скобках – количество точек в диапазонах)

Выводы:

1. Анализ полученных данных показывает высокую степень пространственного соответствия аномалии, выявленной в полевых условиях с использованием кондуктометра, и контура, полученного при дешифрировании космоснимка (совпадение по площади 78%). Несовпадение контуров обусловлено, прежде всего, прошедшим длительным периодом с момента аварии (15 лет), за который перепад значений для фона и участка воздействия заметно уменьшился.

2. Распространение физико-химической аномалии за пределы проявляющейся на снимке области может быть объяснено снижением (отсутствием) в ней воздействия загрязнения на растительный покров, в котором отражаются дешифровочные признаки на изображении.

3. Проявление на снимке изменения растительного покрова за пределами физико-химической аномалии на юго-востоке дешифрованного участка может быть связано с воздействием иного характера (подтопление, механическое нарушение).

Литература

1. Геология нефти и газа Западной Сибири. М. : Недра, 1975. 680 с.
2. Гидрогеология СССР. Т. XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области). М. : Недра, 1970. 368 с.
3. Дмитриева А.А., Ильин В.А., Тюрин В.Н. Особенности дешифрования участков нефтяного и солевого загрязнений на верховых болотах Среднего Приобья // Западносибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее : материалы Третьего Международ. полевого симп. (Ханты-Мансийск, 27 июня – 5 июля 2011). Новосибирск, 2011. С. 166–167.
4. Ермолов Ю.В., Махатков И.Д., Миляева Е.В. Самоочищение засоленного торфяника по данным кондуктометрических съемок // Западносибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее / Материалы Третьего Международ. полевого симп. (Ханты-Мансийск, 27 июня – 5 июля 2011). Новосибирск, 2011. С. 168–170.
5. Махатков И.Д., Ермолов Ю.В. Чувствительность метода фитоиндикации засоления болот в подзоне северной тайги // Экология и природопользование в Югре : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию кафедры экологии СурГУ (Сургут, 16–17 октября 2009 г.). Сургут : ИЦ СурГУ, 2009. С. 72–73.
6. Соромотин А.В., Гашев С.Н., Казанцева М.Н. Солевое загрязнение тасжных биогеоценозов при нефтедобыче в Среднем Приобье // Проблемы географии и экологии Западной Сибири : сб. науч. ст. Тюмень, 1996. С. 121–131.
7. Тюрин В.Н. Растительность как агент дешифрования загрязнений на верховых болотах Западной Сибири // Материалы конф. «VIII Галкинские чтения» (СПб., 2–3 февраля 2017 г.) / под ред. Т.К. Юрковской. СПб. : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. С. 114–116.
8. Тюрин В.Н. Антропогенная динамика болотных экосистем при нефтяном и солевом загрязнении // Материалы конф. «IX Галкинские чтения» (СПб., 5–7 февраля 2018 г.) / под ред. Т.К. Юрковской. СПб. : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. С. 215–218.
9. Тюрин В.Н., Кукуричкин Г.М. Некоторые особенности зарастания солевых загрязнений на болотах Сургутской низины // Западносибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: материалы Третьего Международ. полевого симп. (Ханты-Мансийск, 27 июня – 5 июля 2011). Новосибирск, 2011. С. 204–205.

DOI: 10.17223/978-5-94621-954-9-2020-58

ЗАПАСЫ ПОДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ И ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ (КАЙБАСОВСКИЙ УЧАСТОК ПОЙМЫ СРЕДНЕЙ ОБИ) RESERVES OF UNDERGROUND PHYTOMASS AND PRIMARY PRODUCTION OF MEADOW ECOSYSTEMS (KAYBASOV SEGMENT OF THE MIDDLE OB FLOODPLAIN)

Л.Ф. Шепелева, Е.А. Леденева

L.F. Shepeleva, Y.A. Ledeneva

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск
shepelevalf@mail.ru, ms.yessenia@mail.ru

Представлены показатели структуры растительного вещества лугов Кайбасовского подтаежного участка поймы Средней Оби. Определены запасы подземных органов в слое 0–20 см, надземная фитомасса лугов, характерные параметры структуры растительного вещества. Показано, что на этом участке при отсутствии затопления поймы в сухой и теплый 2019 г. показатели запасов структуры растительного вещества соответствуют лесостепным условиям.

Indicators of the structure of the plant matter of the meadows of the Kaybasov subtaiga section of the Middle Ob floodplain are presented. The reserves of underground organs in a layer of 0–20 cm, the aboveground phytomass of meadows, and the characteristic parameters of the structure of plant matter were determined. It is shown that