

7. Feshchenko A., Goiko V., Stepanenko A. Recruiting university entrants via social networks // EDULEARN17 Proceedings: 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona, Spain, July 3rd-5th 2017. – Barcelona, 2017. – P. 6077–6082.

8. Журавлева В.В., Маничева А.С., Фещенко А.В., Журавлев Е.В., Журенков О.В., Козлов Д.Ю. Примеры использования машинного обучения для разработки инструментов управления приемной кампанией и учебным процессом вуза // EdCrunch-Томск: сборник тезисов Международной конференции по передовым технологиям обучения, Томск, 2-4 декабря 2020 г. – Томск, 2020. – С. 112-114.

9. Абрамов М.В., Тулупьев А.Л., Тулупьева Т.В. Агрегирование данных из социальных сетей для восстановления фрагмента мета-профиля пользователя // КИИ–2018: XVI национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием. Москва, 24–27 сентября 2018 года. – Москва, 2018. – С. 189–197.

10 Zhuravleva V.V., Manicheva A.S., Feshchenko A.V., Berestov A.V. Optimization of the algorithm for identifying digital traces of schoolchildren in the Altai Territory // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – V. 1615. DOI: 10.1088/1742-6596/1615/1/012013.

11. Журавлева В.В., Маничева А.С., Фещенко А.В., Берестов А.В. Исследование различимости цифровых следов у различных групп школьников на территории Алтайского края // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2020. – Т. 1, № 4. – С. 121–125.

12. Университетский консорциум исследователей больших данных [Электронный ресурс]. – Заглавие с экрана. Режим доступа: <http://opendata.university/> – Дата обращения: 20.05.2021.

УДК 528.8

Оценка экологического состояния водных экосистем Центрального Ямала

А.В. Ефанов, Л.А. Хворова

Алтайский государственный университет, г. Барнаул

Работа посвящена исследованию динамики параметров качества воды Обской губы Карского моря на основе архивной и оперативной спутниковой информации на тестовых участках, где ведется круглогодичная отгрузка в танкеры нефти и газа. В работе проанализирована динамика экологического состояния водных систем.

Ключевые слова: *Обская губа, дистанционное зондирование Земли, спутниковые снимки Sentinel-2 и Landsat-8, взвешенные вещества, первичные оптические характеристики.*

Введение. В исследовании используется многоспектральная информация, поставляемая спутниками Sentinel-2/MSI и Landsat-8/OLI, которая имеет достаточно высокое пространственное и радиометрическое разрешение для обнаружения деталей изменения качества воды в прибрежных морских водах. Это является особенно важным для изучения динамики изменения качества воды в Обской губе Карского моря, где:

1. идет обустройство причальных сооружений Салмановского (Утреннего) терминала сжиженного природного газа, расположенного в акватории Обской губы в непосредственной близости от порта Сабетта;

2. на объекте «Морской канал» (Судоходный канал в Обской губе) начались дноуглубительные работы. На 11 августа 2020 г. уже изъяли более 1 млн кубометров донного грунта. Работы выполняются в два этапа и завершатся в 2022 году. Согласно проекту, с территории морского канала будет изъято около 60 млн кубометров донных отложений и переброшено на другой участок губы.

Цель работы – Исследование пространственно-временной динамики параметров качества воды на тестовых участках Обской губы по спутниковым данным Sentinel-2 и Landsat-8.

К информационному обеспечению исследования относятся спутниковые данные, которые находятся в свободном доступе на сайте Геологической службы США (USGS – United States Geological Survey). Сбор многоспектральных данных спутников Sentinel-2 и Landsat-8 осуществляется через портал EarthExplorer. Критерием отбора снимков является отсутствие облачности или наличие ее не более 10%.

Исследование проводилось с использованием программного пакета SNAP, позволяющего производить радиометрическую калибровку данных ДЗЗ, атмосферную и радиометрическую коррекцию.

Для изучения данных со спутников Sentinel-2 и Landsat-8 был использован региональный процессор для обработки данных типа case-2, который интегрирует большую базу моделей радиационного переноса на основе нейросетевых технологий. Для сенсоров Sentinel-2/MSI и Landsat-8/OLI был разработан дополнительный процессор C2X (Case-2 ExtremeCases), учитывающий чрезвычайно сложные условия (крайне мутные воды, очень прозрачные воды и т.д.). Оба процессора доступны через открытую программную среду ESA SNAP (Sentinel

Application Platform). Для высокоскоростной обработки данных был использован облачный суперкомпьютер VDI-AltGU02.

Этапы исследования. Для сбора данных на водной поверхности Обской губы были выделены два тестовых участка: территория Новый Порт – Ямбург и северная часть терминала Утренний, и построена неравномерная сетка.

На **первом этапе** для исследования динамики загрязняющих веществ рассчитывались средние значения всех величин и среднеквадратические отклонения для каждого показателя по всем снимкам. Анализ средних значений по участкам не позволил выявить закономерности, т.е. устойчивую динамику значений параметров.

Поэтому, **на втором этапе** исследования было проведено сравнение значений параметров по узлам сетки, лежащим в непосредственной близости от портов. По данным с узлов были рассчитаны зависимости между концентрацией взвешенных веществ и первой оптической глубиной (прозрачностью водной поверхности), концентрацией хлорофилла и температурой воды у порта.

Основной этап исследования состоял в анализе данных, полученных со снимков: анализировался уровень загрязнения воды на тестовых участках Обской губы по следующим параметрам: conc_tsm – концентрация ВВ (г/м^3), conc_chl – концентрация ХЛ (мг/м^3), a_pig – показатель поглощения пигментами фитопланктона (м^{-1}), a_det – показатель поглощения детритом (м^{-1}), a_gelb – показатель поглощение желтым веществом (м^{-1}), b_part – показатель обратного рассеяния ВВ (м^{-1}), $\text{adg} = \text{a_det} + \text{a_gelb}$ – показатель поглощения детритом и желтым веществом (м^{-1}), $\text{atot} = \text{a_pig} + \text{a_det} + \text{a_gelb}$ – показатель поглощения пигментами фитопланктона, детритом и желтым веществом (м^{-1}), kd_Z90max – первая оптическая глубина, из которой исходит 90% отраженного света (м).

Результаты исследования

1. Анализ концентраций ВВ и хлорофилла вблизи портов

На рисунке 1 представлена диаграмма концентрации взвешенных веществ в воде около территорий порта Сабетта. Отчетливо наблюдается повышение концентрации взвешенных веществ в 2020 году.

Аналогичная ситуация наблюдается в районе терминала Утренний. Таким образом, результаты проведенного исследования подтверждают влияние на уровень загрязнения воды дноуглубительных работ на данной территории, которые начались в 2020 году.

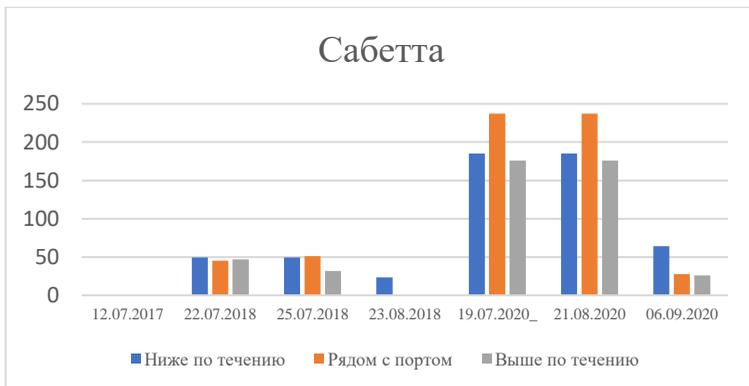


Рисунок 1. Концентрация взвешенных веществ возле порта Сабетта

2. Зависимость первой оптической глубины от взвешенных веществ

На первом участке, расположенном ниже Нового Порта, коэффициент корреляции получился равным -0.87 , что говорит о хорошей обратно-пропорциональной связи. Для тестового участка возле порта Ямбург также получено высокое по модулю значение коэффициента корреляция. Скорее всего, высокая корреляция обуславливается тем, что точки расположены выше нефте-газопровода, и исключаются возможные попадания нефти и газа на водную поверхность.

3. Концентрация взвешенных веществ на одной территории водной поверхности (2018, 2020 гг.)

Были проанализированы снимки за разные года на одном участке и сравнены значения каждого показателя за разные даты. Концентрация взвешенных веществ на водной поверхности в 2018 году составила 74 г/м^3 , а в 2020 – 544 г/м^3 .

4. Первая оптическая глубина по одной территории водной поверхности, 2018, 2020 гг.

Сравнение первой оптической глубины по снимкам показывает, что в 2018 году вода более прозрачна по отношению к 2020 г. Результаты проведенного исследования подтверждают влияние терминала сжиженного природного газа, расположенного в акватории Обской губы в непосредственной близости от порта Сабетта и дноуглубительных работ на объекте «Морской канал».

Несмотря на трудности получения качественной спутниковой информации в Арктическом регионе, в процессе исследования были получены регулярные временные ряды спутниковых данных (2013–2020 гг.), которые были обработаны в открытой программной среде

SNAP для оптически сложных поверхностных вод. Проведенные исследования и обработанная к настоящему времени часть материалов позволяют говорить о следующих результатах [1-5]:

1. На основе описанного в работе подхода для тестовых участков Обской губы были получены концентрации хлорофилла (мг/м^3) и взвешенного вещества (г/м^3), первые оптические глубины (м), а также первичные гидрооптические характеристики.

2. Выявлен характер пространственно-временной динамики загрязняющих веществ в водах Обской губы по спутниковым данным Sentinel-2 и Landsat-8.

3. Определены параметры качества воды тестовых участков водной системы Обской губы по содержанию загрязняющих веществ.

4. Исследована динамика значений концентрации загрязняющих веществ вдоль береговой зоны и вдоль течения.

5. По спутниковым данным выявлено влияние терминалов сжиженного природного газа, расположенного в акватории Обской губы в непосредственной близости от порта Сабетта, и дноуглубительных работ на объекте «Морской канал» на пространственно-временную динамику загрязняющих веществ..

Библиографический список

1. Ефанов А.В., Кульшин А.В. Оценка качества воды в озёрах Ямала по спутниковым данным // Материалы научно-образовательного консорциума «Вернадский»: Региональная площадка «Вернадский – Алтайский край». Электронный ресурс: https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2020_2/data/vernadsky.htm

2. Ефанов, Кульшин. Оценка качества воды на тестовых участках Обской губы (Тамбей-Сабетта, морской путь) // Сб. трудов XXII городской научно-практич. молодых ученых «Молодежь – Барнаул», Барнаул, 2–27 ноября 2020 г.

3. Кириллов В.В., Ловцкая О.В., Хворова Л.А., Ковалевская Н.М., Ефанов А.В. Использование данных спутников Sentinel-2 и Landsat-8 для получения концентраций взвеси, хлорофилла и первичных гидрооптических характеристик Обской губы // Комплексные исследования Мирового океана. Материалы VI Всерос. научной конф. молодых ученых, г. Москва, 18–24 апреля 2021 г. Москва: Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 2021, С. 500–501, DOI:10.29006/978-5-6045110-3-9.

4. Ефанов А.В., Кириллов В.В., Ковалевская Н.М., Кульшин А.В., Ловцкая О.В., Хворова Л.А. Использование многоспектральной спутниковой информации для мониторинга динамики озер и оценки

лимнологических характеристик водных экосистем Центрального Ямала // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии, 2021, Т. 5, №1.

5. Efanov A.V., Kovalevskaya N.M., Kulshin A.V., Khvorova L.A. Monitoring of lake dynamics and assessment of limnological characteristics of aquatic ecosystems of the Central Yamal // Journal of Physics: Conference Series (JPCS), 2021.

УДК 004.85.032.26

Реализация программных агентов для поиска неочевидных игровых стратегий на основе нейронной сети с подкреплением

Д.С. Козлов, О.Н. Половикова

Алтайский государственный университет, г.Барнаул

На современном этапе развития науки технологий нейронные сети активно используются в различных прикладных областях от разработки игр до имитации поведения живых существ. Целью данного исследования является реализация двух программных агентов для генерации неочевидных для человека стратегии на примере одной игры (игра крестики-нолики пять в ряд). Такие стратегии в дальнейшем позволят существенно обогатить банки игрового поведения.

Ключевые слова: *игровая стратегия, нейронная сеть с подкреплением, программный агент*

На сегодняшний день методы машинного обучения с подкреплением являются одним из самых перспективных направлений в области искусственного интеллекта. Обучение с подкреплением применяется в тех случаях, когда нужно выбрать лучший вариант среди многих или достичь сложной цели за множество ходов. Алгоритмы подкрепления, которые включают в себя глубокое обучение, могут победить чемпионов мира в игре Go, начиная с базового понимания правил игры и тренируясь от партии к партии. Таким образом, это уже искусственный интеллект в действии: машина пытается решить задачу разными способами, ошибается, учится на своих ошибках, улучшает показатели. Типичным примером подобного способа компьютерного самообучения являются системы поддержки принятия решений в реальном времени.