

Д. В. Панов^{1}, О. В. Рослякова¹, А. Ю. Кудряшов¹, А. Н. Спиридонова¹*

Анализ возможности применения ЦМР дна реки для прогнозирования переноса загрязняющих веществ

¹ Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск,
Российская Федерация
* e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

Аннотация. В статье обосновывается необходимость анализа возможности применения цифровой модели рельефа дна реки для прогнозирования переноса загрязняющих веществ. Представлены выполненные работы для реализации исследования возможности применения цифровой модели рельефа дна для прогнозирования переноса загрязняющих веществ. Описана методика построения цифровой модели рельефа по результатам батиметрической съемки. Проанализированы факторы, влияющие на увеличение и уменьшение глубины реки. Представлена годовая диаграмма, визуализирующая изменение отметок глубин. Построена 3D – модель дна реки за два года, которая визуализирует изменение глубины на участке реки в 2020 году по сравнению с 2019 годом. Даны рекомендации о необходимости проведения более детальных исследований возможности использования цифровой модели рельефа дна реки для прогнозирования переноса загрязняющих веществ и необходимости разработки методов анализа и интерпретации получаемой информации.

Ключевые слова: цифровая модель рельефа, перенос загрязняющих веществ, 3D – модель

D. V. Panov^{1}, O. V. Roslyakova¹, A. Yu. Kudryashov¹, A. N. Spiridonova*

Analysis of the possibility of using the dem of the river bottom to predict the transport of pollutants

¹ Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

Abstract. The article substantiates the need to analyze the possibility of using a digital model of the river bottom relief to predict the transport of pollutants. The completed works for the implementation of the study of the possibility of using a digital model of the bottom relief to predict the transport of pollutants are presented. The technique of constructing a digital relief model based on the results of bathymetric survey is described. The factors influencing the increase and decrease in the depth of the river are analyzed. An annual chart visualizing the change in depth marks is presented. A 3D model of the river bottom has been built for two years, which visualizes the change in depth on the river section in 2020 compared to 2019. Recommendations are given on the need for more detailed studies of the possibility of using a digital model of the river bottom relief to predict the transport of pollutants and the need to develop methods for analyzing and interpreting the information received.

Keywords: digital relief model, transport of pollutants, 3D model

Введение

Последние десятилетия характеризуются интенсивным использованием водных объектов в экономической и хозяйственной сферах деятельности страны.

Водные объекты являются наиболее уязвимой экологической компонентой. Загрязнение водных объектов – это процесс, в результате которого водные ресурсы становятся непригодными для использования в качестве источника питьевой воды или для поддержания экосистем водных объектов. Это может происходить из-за выделения отходов, неочищенных сточных вод, несанкционированного сброса промышленных отходов, несовершенного использования удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве, а также других факторов. Загрязнение водных объектов также может приводить к ухудшению качества воды, снижению содержания кислорода, увеличению концентрации токсинов и других вредных веществ в воде и, в конечном итоге, к угрозе здоровья людей и экосистемам животных и растительности.

Проблемы загрязнения водных объектов делают актуальным вопрос организации способов экологического мониторинга объектов гидрографии средствами геоинформационных систем с привлечением методов математического моделирования и дистанционного зондирования. Применение метода математического моделирования для изучения процессов переноса загрязняющих веществ в природных водоемах приводит к необходимости изучения распространения загрязняющих веществ в водных объектах.

Для изучения и прогнозирования переноса загрязняющих веществ по поверхности земли активно применяются и используются цифровые модели рельефа (ЦМР)[1-10].

ЦМР позволяет определять различные показатели рельефа. В то же время она дает возможность наглядного представления исследуемой территории, позволяет решать ряд задач с поверхностями, которые невозможны на плоской карте [1-3].

Поэтому в данной работе проведен анализ возможности применения ЦМР дна реки для прогнозирования переноса загрязняющих веществ.

Методы и материалы

В качестве объекта исследования был выбран участок реки Енисей. На участке реки с 2019 по 2020 гг. проводились экспедиционные исследования. В рамках исследований раз в год проводились промеры глубин, измерялась скорость течения.

Для реализации исследований возможности применения ЦМР дна реки для прогнозирования переноса загрязняющих веществ выполнены следующие работы:

- 1) формирование ЦМР средствами ГИС «Карта» ЗАО «Панорама». Исходными материалами послужили результаты промеров глубин (батиметрическая съемка) полученные в 2019-2020 гг. (рис. 1);
- 2) построение матрицы глубин было выполнено средствами ГИС «Карта» ЗАО «Панорама»;
- 3) по результатам матрицы глубин была построена 3D - модель дна участка реки Енисей [1-8].

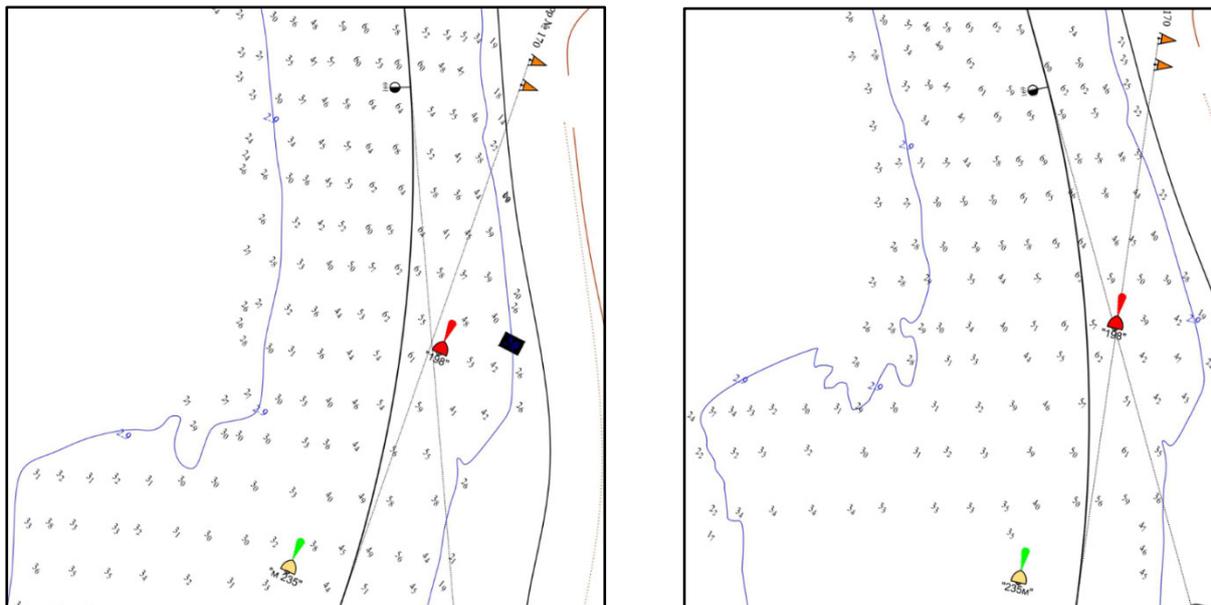


Рис. 1. Данные промерных работ за 2019-2020 гг.

Результаты

ЦМР была сформирована по точкам батиметрической съемки. Расстояние между промерными галсами было выбрано 50 метров с частотой измерения глубин на галсе 50 метров. На рисунке 2 представлен фрагменты матрицы глубин участка реки Енисей на 2019 и 2020 гг. на котором проводились работы.

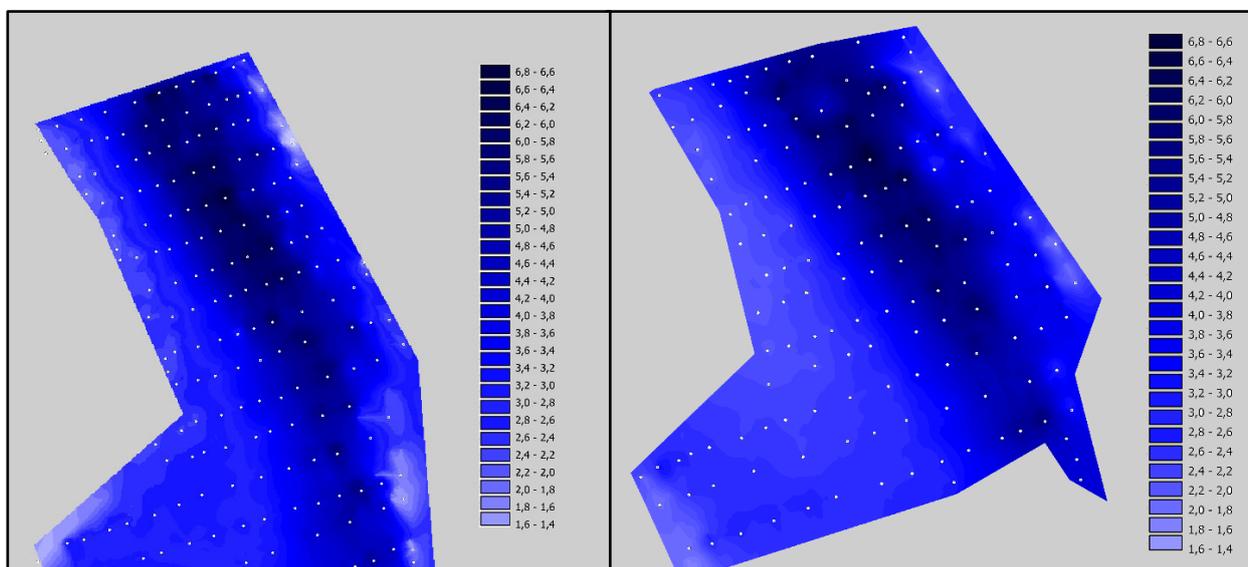


Рис. 2. Матрицы глубин на участке реки Енисей на 2019-2020 гг.

На рисунке 3 изображена 3D – модель рельефа дна реки в 2019 году, построенная по матрице глубин. На рисунке 4 представлена 3D – модель рельефа дна в 2020 году.

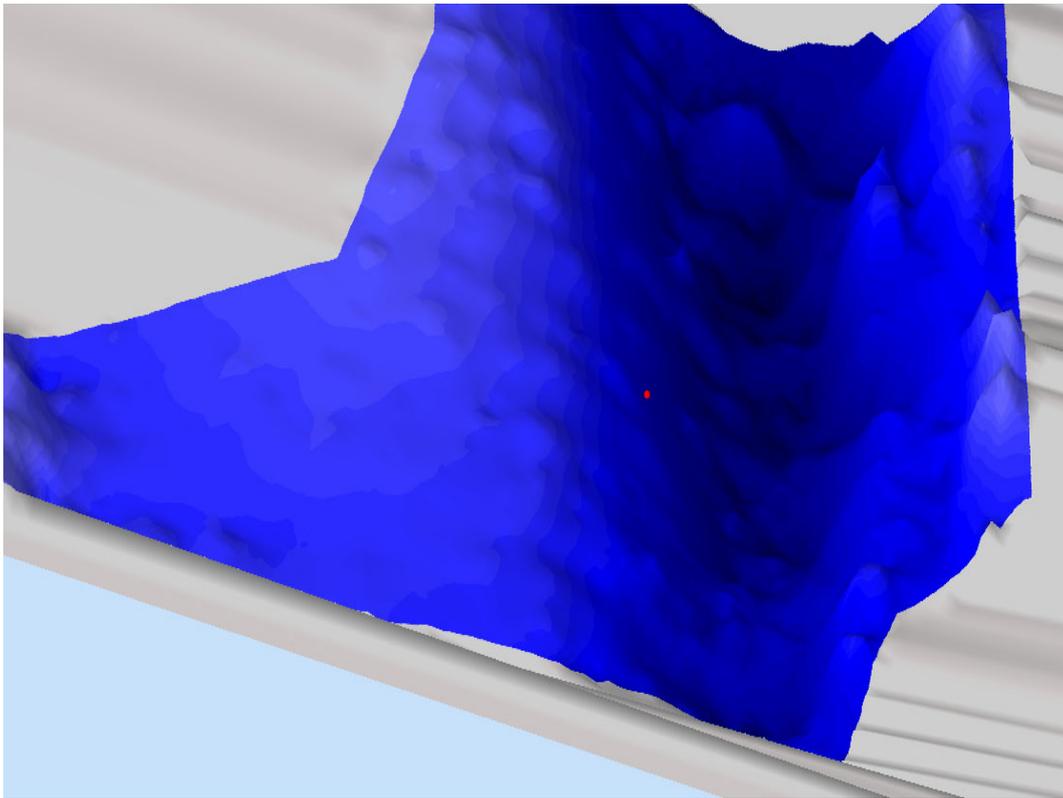


Рис. 3. 3D – модель рельефа дна реки в 2019 г.

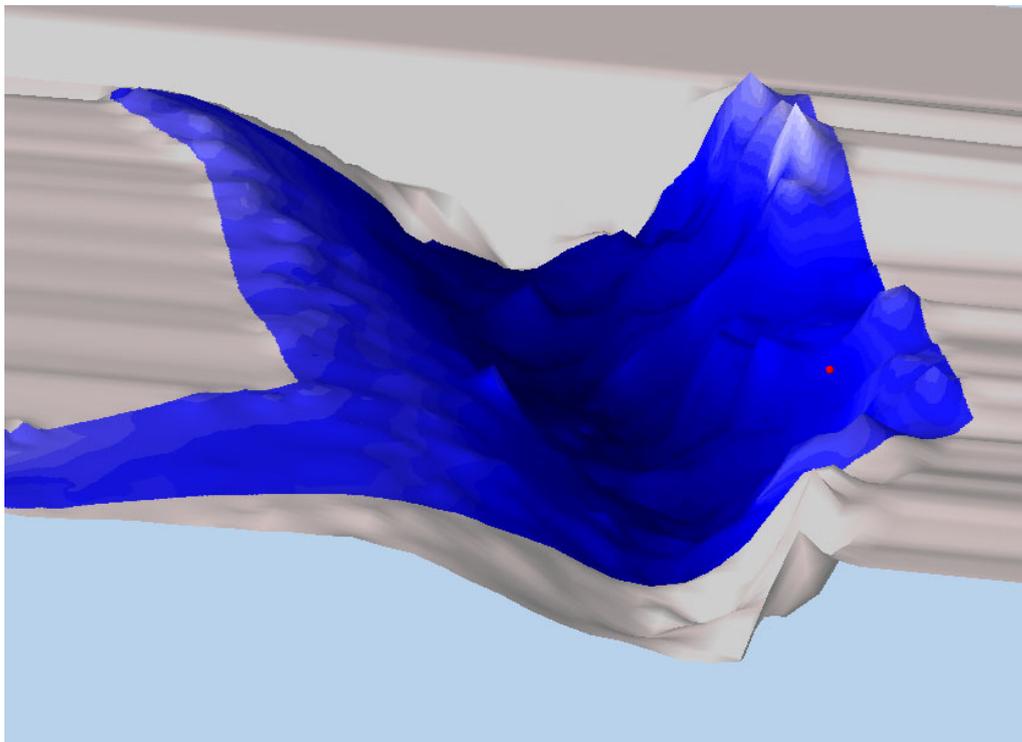


Рис. 4. 3D – модель рельефа дна реки в 2020 г.

По точкам батиметрической съемки была построена диаграмма, визуализирующая изменение отметок глубин в 2020 году по сравнению с 2019 годом (рис. 5).

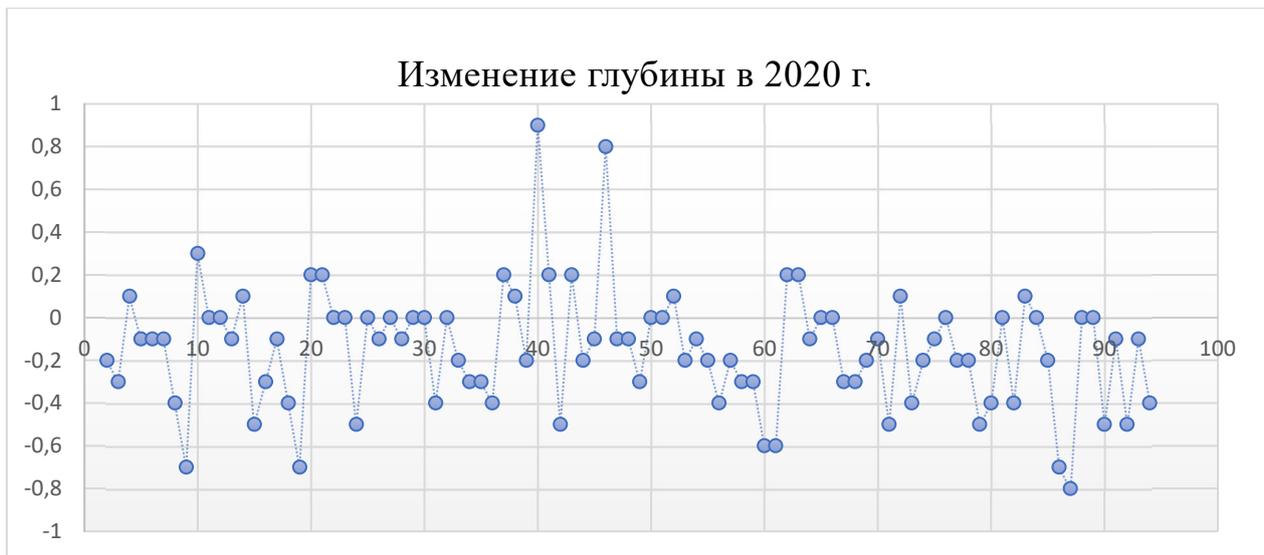


Рис. 4. Диаграмма изменения глубин в 2020 г.

Обсуждение

Полученные результаты визуально и количественно демонстрируют изменение глубины на участке реки в 2020 году по сравнению с 2019 годом. Анализируя диаграмму изменения глубин, можно сделать вывод, что с течением времени глубины меняются [9,10], при этом основные изменения глубин приходятся на диапазон от -0,4 до 0,2 м. По 3D - модели рельефа дна прослеживается, что некоторые области увеличивают свою глубину, в то время как другие становятся более мелкими. Это может быть связано с различными факторами, такими как геологические процессы или изменение уровня воды. Также можно отметить, что уменьшение глубин может быть связано с накоплением отложений на дне реки. В целом, изменения глубин являются естественным процессом, который происходит всегда, только с разной скоростью [1-10].

Заключение

Морфологическое исследование рельефа на основе ЦМР, формируемых средствами ГИС технологий, позволяет получить систему объективных показателей об особенностях территории. Это позволяет совершенствовать организацию инструментального мониторинга и расширит возможности прогноза изменений компонентов природного комплекса, которые будут иметь место при появлении или изменении техногенной нагрузки [3,4,6]. Потенциал геоинформационных технологий по трехмерной визуализации облегчают интерпретацию результатов и способствуют выявлению взаимосвязей между природными процессами и техногенной деятельностью человека [3-7]. Таким образом, ЦМР дна реки может быть использована для прогнозирования переноса загрязняющих веществ в реке и для принятия решений по защите окружающей среды. Однако для того, чтобы использование ЦМР дна реки для прогнозирования переноса загрязняющих веществ было наиболее эффективным, необходима дальнейшая разработка методов анализа и интерпретации получаемой информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Панов, Д. В. Построение цифровой модели рельефа г. Новосибирска и его окрестностей с учетом потоковой структуры и пластики рельефа/ Д. В. Панов // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 61–65.
2. Трубина, Л. К. Некоторые аспекты учета экологической составляющей при мониторинге земель городских территорий / Л. К. Трубина, Д. В. Панов // Изв. Вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. –2012. – № 2/1 – С. 121-123.
3. Трубина, Л. К. Совершенствование мониторинга городских земель на основе учета особенностей рельефа / Л. К. Трубина, Д. В. Панов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 5/с. – С. 157-161.
4. Афонин А. Б. Исследование влияния подробности гидрографической съемки на оценку проходных глубин / А. Б. Афонин, И.Ю.Королев, А.Л. Тезиков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017.— Т. 9 — № 5.— С. 1007–1016. DOI: 10.21821/2309- 5180-2017-9-5-1007-1016
5. Трубина Л. К. Методологические аспекты экологической оценки состояния урбанизированных территорий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 200–203.
6. Трубина Л. К. Селезнев Б. В. Роль морфометрии рельефа в формировании экологических условий городской среды // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8 18 апреля 2014 г.). Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. С. 18–22
7. Трубина Л.К., Хлебникова Т. А., Николаева О. Н. Методические подходы к созданию 3D-моделей для исследования экологического состояния территорий – Текст: непосредственный // География и природные ресурсы. - 2017. - № 2. – 199–205 с.
8. Трубина Л. К., Пяткин В. П., Зятькова Л. К. Цифровые фотограмметрические технологии в информационном обеспечении экосистем // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 49–52.
9. Ратнер Е. А. Спллайн-интерполяция для построения трехмерных батиметрических моделей при картографировании внутренних водных путей / Е. А. Ратнер, А. И. Зайцев, М. А. Квасной // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020.— Т. 12.— № 5.— С. 894–905. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-5-894-905.
10. Ююкин И. В. Применение метода сплайн-функций при компьютерной визуализации подводного рельефа / И.В.Ююкин // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова.— 2021.— Т. 13.— № 1.— С. 64–79. DOI: 10.21821/2309-5180-2021-13-1-64-79.

© Д. В. Панов, О. В. Рослякова, А. Ю. Кудряшов, А. Н. Спиридонова, 2023