

А.Н. Бриллиантов («ЭКОНГинжиниринг»)

В 1973 г. окончил Московский институт электронного машиностроения. В настоящее время – генеральный директор ООО «ЭКОНГинжиниринг». Кандидат технических наук.

А.В. Глотко («ЭКОНГинжиниринг»)

В 1999 г. окончила Московский государственный университет природообустройства. В настоящее время – заместитель технического директор ООО «ЭКОНГинжиниринг». Кандидат технических наук.

Г.Д. Жуков («ЭКОНГинжиниринг»)

В 1970 г. окончил Ленинградский ордена Красного Знамени механический институт. В настоящее время – технический директор ООО «ЭКОНГинжиниринг». Кандидат технических наук.

И.Н. Каргаполова («ЭКОНГинжиниринг»)

В 2002 г. окончила МГУ им. М.В.Ломоносова. В настоящее время – главный гидролог ООО «ЭКОНГинжиниринг». Кандидат географических наук.

Использование данных ДЗЗ для мониторинга русловых процессов и диагностики технического состояния подводных переходов магистральных трубопроводов

Повышение достоверности прогноза деформаций русел рек на участках пересечения их линейными инженерными сооружениями, такими как подводные переходы магистральных трубопроводов, является наиболее актуальной задачей как на стадии предпроектных изысканий, так и в период эксплуатации объекта.

В настоящее время при анализе русловых процессов и оценке опасности их развития (размыва инженерных сооружений) привлекаются данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Их использование в сочетании с ГИС-технологиями позволяет заполнить информационные «белые пятна», связанные с отсутствием картографического материала и трудоемкостью геодезической и гидрографической съемок.

Компанией «ЭКОНГинжиниринг» при проведении мониторинга русловых процессов на подводных пе-

реходах магистральных трубопроводов были использованы данные ДЗЗ из космоса в дополнение к проводимым наземным инженерным изысканиям.

Основными направлениями применения данных ДЗЗ на водные объекты для анализа русловых процессов и определения опасности их проявления являются:

1. Определение характера рельефа поймы, типов растительности, степени заболоченности, морфометрических параметров пойменных проток и старичных озер. Актуально для рек с труднопроходимыми пойменными участками значительной протяженности, которые не могут быть сняты с необходимой точностью при проведении наземных изыскательских работ.

2. Анализ особенностей гидрологического режима реки и ее поймы. Данные работы проводятся с целью определения границ затопления

поймы при прохождении высоких паводковых вод, характера функционирования рукавов и проток в разные фазы водного режима.

Ниже приведен пример сопоставления синтезированных цветных изображений со спутника QuickBird (США) русла и поймы реки Оби (рис. 1) в

(меженный период 2008 г.), было уточнено положение береговой линии и выделены постоянно действующие протоки, пересекающие технические коридоры магистральных трубопроводов, а также определены границы различных типов растительности.

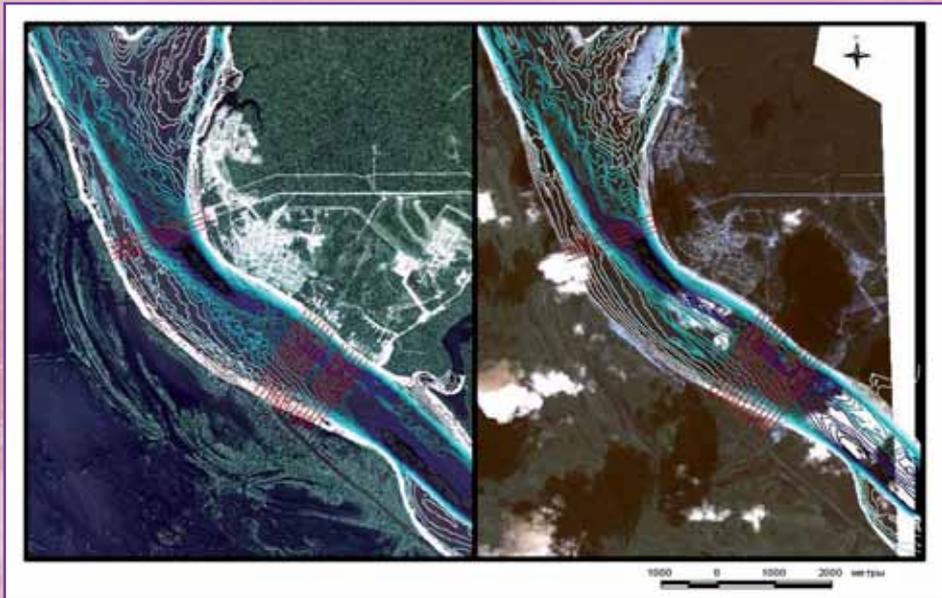


Рис. 1. Участок русла и поймы р. Оби в разные фазы водного режима: половодье на 17.07.2007 г. (слева); межень на 24.09.2008 г. (справа)

половодье (17.07.2007) и в межень (24.09.2008). Снимки были заказаны на период проведения полевых изысканий и привязаны по опорным точкам, координаты которых были получены при помощи спутниковых систем глобального позиционирования. На снимки нанесены горизонтали рельефа русла (ниже уреза воды) по результатам съемок 2007 и 2008 гг.

Снимок, сделанный в период продолжительного половодья 2007 г., позволил определить границы затопления поймы.

По изображению, сделанному при низкой воде

3. Оценка горизонтальных (плановых) деформаций русла. Экспертная оценка русловых процессов наиболее эффективна с использованием космических снимков, сделанных в разное время, как на предпроектной стадии, так и при эксплуатации инженерного объекта, что позволяет оценить динамику русел рек за последние десятилетия и сделать прогноз их дальнейшего развития.

Своевременное выявление опасного гидрологического явления обеспечивает бесперебойное функционирование линейных сооружений, пересекающих водные объекты. В то время как недоучет

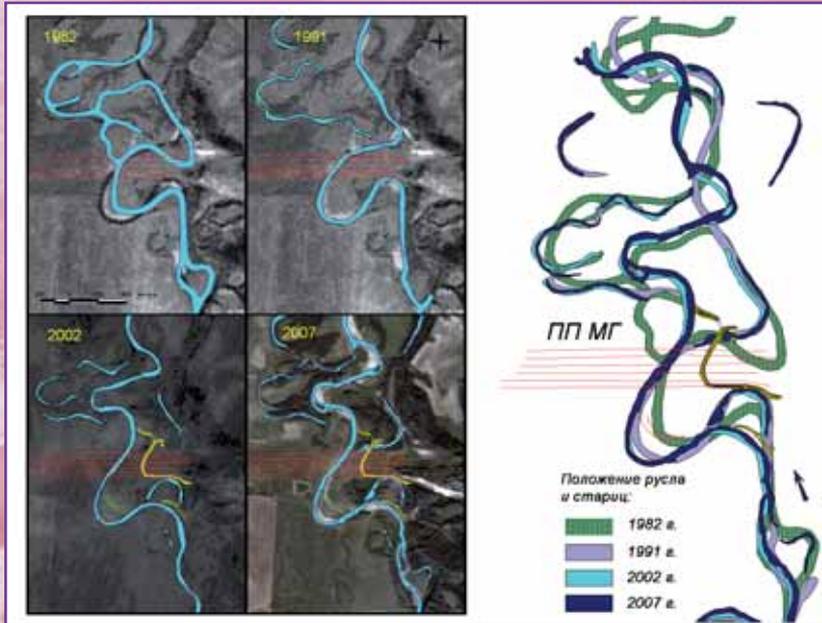


Рис. 2. Оценка плановых (горизонтальных) смещений русла по топографической карте (1982 г.), космическим снимкам SPOT-2 (05.10.1991), IRS-1D (27.09.2002) и ALOS (27.09.2007). Желтым и зеленым цветом обозначены берегозащитные и «руслоразправительные» сооружения



Рис. 3. Состояние оголенных участков трубопроводов на космических снимках 2006 г. (QuickBird) и 2008 г. (WorldView-1). Красным цветом нанесены оголенные участки трубопроводов

динамики русел рек при проектировании трасс переходов приводит к разрывам трубопроводов, опор ЛЭП и мостов в период эксплуатации. Особенно часто проблемы возникают в руслах слабоустойчивых рек, где деформации русла наиболее интенсивны. Здесь скорость плановых деформаций может составлять до нескольких метров в год.

На рис. 2 приведен пример изменения меандрирующего русла полугорной реки Тулвы (Пермский край), где при больших уклонах и скоростях течения происходит интенсивное наращивание изгиба излучин. Для анализа были подобраны и сопоставлены материалы разных

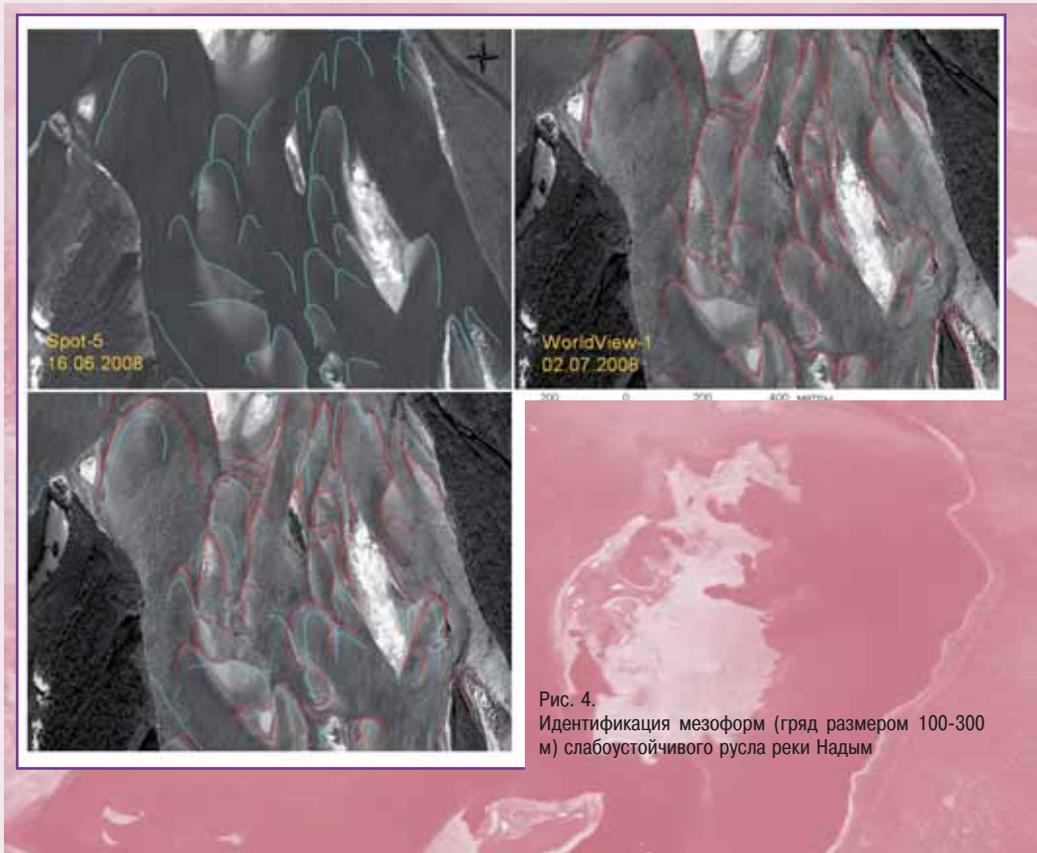


Рис. 4.
Идентификация мезоформ (гряд размером 100-300 м) слабоустойчивого русла реки Надым

лет: топографическая карта (1982 г.), панхроматические изображения со спутников SPOT-2 (Франция) (1991 г.) и IRS-1D (Индия) (2002 г.), а также синтезированное цветное изображение со спутника ALOS (Япония) (2007 г.). Привязка изображений проводилась по опорным точкам. Русло реки оцифровывалось, и выполнялась оценка его развития за последние 25 лет. Полученные результаты позволили определить скорости размыва берегов. Максимальная скорость достигала 10 м/год. Это стало причиной размыва подводных переходов магистральных трубопроводов в пойменной части, что вызвало необходимость проведения комплекса «руслорегулирующих» мероприятий, включающих спрямление излучин, устройство дамб обвалования и укрепление берегов.

4. Мониторинг состояния инженерных сооружений. Использование изображений с высоким пространственным разрешением позволяет оценить техническое состояние наблюдаемого объекта, оперативно выявить опасные тенденции развития руслового процесса.

Строительство и эксплуатация подводных переходов магистральных трубопроводов, как и других инженерных сооружений, вносят изменения в рельеф речного русла и поймы. Далее, в процессе эксплуатации, они подвергаются воздействию со стороны реки. На рис. 3 представлен пример наблюдения за состоянием оголенных участков трубопроводов на одной из пойменных протоков реки Надым. Сопоставление снимков QuickBird и WorldView-1 (США), сделанных с разницей в два го-

да, показало изменение длин оголенных участков трубопроводов, связанных с плановым смещением русловых форм в период прохождения весеннего половодья.

5. Определение динамики смещения донных гряд вдоль русла рек. Для неглубоких песчаных русел рек, где учет движения мезо- и микрогряд (среднего и мелкого размера) традиционными методами (съемкой русла, в том числе гидролокационным) не представляется возможным, целесообразно привлечение повторной космической съемки.

Подобные исследования актуальны для рек, переносящих большое количество песчаных наносов в грядовой форме, таких как реки северной части Западной Сибири и Европейской территории России. Смещение мезоформ вниз по течению обуславливает перепады глубин амплитудой до 3 м и более, что определяет крайнюю изменчивость рельефа дна и интенсивность как плановых, так и вертикальных деформаций. Это определяет высокую степень

опасности для любых инженерных сооружений, пересекающих реку или находящихся в непосредственной близости к берегам.

Возможности современных оптических систем, которыми оснащены спутники ДЗЗ, позволяют представить информацию о мезоформах русла под водой на глубине до 4 м, о микроформах – до 1-2 м. На рис. 4 представлен пример переформирования донных форм и определение скорости смещения отдельных гряд на реке Надым. По результатам сопоставления и расчета средняя скорость движения гряд вниз по течению составляет 1,5-2 м/сутки в меженный период.

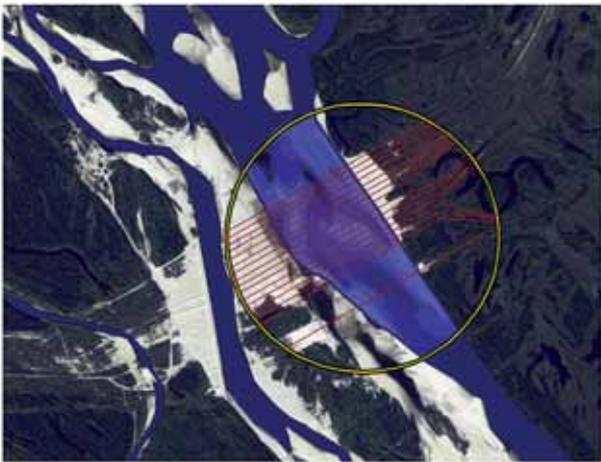
Накопленный опыт внедрения космических данных ДЗЗ для мониторинга русловых процессов позволяет оптимизировать инженерные изыскания, избежать ошибок при выборе трассы пересечения линейных сооружений с водными объектами, повысить достоверность прогноза русловых процессов для эффективной эксплуатации и защиты от размывов подводных переходов.



Общество с ограниченной ответственностью
"ЭКОНГинжиниринг"

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОГНОЗ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

- Проведение инженерно-геодезических и инженерно-гидрометеорологических изысканий с применением современных технических средств.
- Анализ морфологии и динамики русел рек с использованием передовых технологий и научного подхода.
- Компьютерное моделирование деформаций дна и прогноз развития руслового процесса.
- Оценка опасности гидрологических процессов и разработка рекомендаций по защите инженерных сооружений.



На правах рекламы

Россия, 109387, Москва, ул. Летняя, д.6, строение 1 тел/факс: 8 (499) 722 7330, E-mail: mail@econg.ru. www.econg.ru