



## **ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ДОННЫХ ГРЯД В ИЕРАРХИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ И СТОК ВЛЕКОМЫХ НАНОСОВ.**

**Сидорчук А.Ю.**

*Московский Государственный Университет, 119899 Москва, Воробьевы горы.*

Гряды на дне речного русла обычно образуют иерархические комплексы, где более мелкие гряды перемещаются по поверхности более крупных. Часто выделяются только два уровня иерархии донных форм - рифели и дюны, их морфологическим и динамическим характеристикам посвящена обширная литература. Существенно меньше информации о морфологии и динамике более сложных иерархических образованиях донных форм. Поэтому измерения динамики иерархического комплекса гряд, проведенные на р. Вычегде на Староостровском перекате летом 1996 г., и Нижне - Шешуровском перекате летом 1997 г. дают дополнительную возможность анализа этого явления.

На акватории перекатов заякоренными поплавками разбивались продольные профили длиной 140-850 м, они располагались строго по направлению поверхностного течения и характеризовали основные морфологические элементы перекатов. По всем продольникам ежедневно строго по линии поплавков проводился промер глубин с помощью эхолотов "ЭИР" и LMS-350A. Промеры осуществлялись на малой скорости против течения. Для анализа перемещения наиболее мелких гряд выполнялись специальные учащенные промеры через 30-60 мин на протяжении 8 - 10 часов. Непрерывные отметки дна, полученные на эхограммах, оцифровывались с дискретностью 0,1 м по горизонтали и 0,005 м по вертикали. Полученные ряды отметок дна обрабатывались с помощью специальной программы, которая позволяет автоматически выделять гряды всех иерархических уровней на профиле, получать координаты их характерных точек (перегибов профиля), глубины  $H$  м над вершинами гряд и морфометрические характеристики, как отдельных гряд, так и их комплексов: высоту  $h$  м; длину  $L$  м; скорости смещения гряд  $C_T$  м/час; расход наносов (которые перемещаются в виде гряд) на метр ширины  $q_s = C_T W/L$  м<sup>3</sup>/час.

Половодье 1996 г. на Вычегде было низким (максимальный уровень по в/п Федяково составил 498 см 14.05.96), и уже в начале июня уровни воды снизились до отметок высокой межени. На протяжении всего июня уровень воды медленно увеличивался (на 2-3 см в сутки). Наблюдения на Староостровском перекате проводились с 9 июня по 4 июля в квазистационарных гидрологических условиях при среднем уровне 200 см над проектным, расходе воды 1300 м<sup>3</sup>/с и уклоне 0,08 %. Половодье 1997 г. было выше среднего (максимальный уровень по в/п Федяково составил 732 см 17.05.96), и еще в течение первой половины июня уровни воды держались на половодных отметках 550 - 400 см. Во второй половине июня и в июле уровень воды быстро падал, и в конце июля - в августе установилась устойчивая низкая межень. Наблюдения на Нижне - Шешуровском перекате с 18 по 31 августа проводились в стационарных гидрологических условиях при уровне 70-75 см по в/п Федяково, расходе воды 400 м<sup>3</sup>/с и уклоне водной поверхности 0,085 %.

Иерархический комплекс донных форм на Староостровском во время высокой межени был образован рифелями длиной 3-4 м, высотой 0,1-0,2 м, со скоростью перемещения 0,4-0,9 м/час; дюнами длиной 10-20 м, высотой 0,2-0,4 м, со скоростью перемещения 0,15-0,18 м/час и застругами длиной 65-75 м, высотой 0,4-0,5 м и скоростью перемещения 0,08-0,09 м/час (табл. 1). Анализ динамики иерархии гряд показывает, что большое значение имеет взаимовлияние гряд разных размеров и транзит влекомых наносов в их подвальях. В смещении вниз по течению рифелей участвовало 83-89% стока влекомых наносов, остальные наносы с достаточной длиной прыжка проходили подвалья рифелей транзитом. При перемещении дюн около половины величины их смещения определялось расходом наносов, которые транспортировались в виде рифелей, и около половины теми наносами, что проходили рифели транзитом в безгрядовой форме. Движение заструг на 30-70% определялось наносами, которые транспортировались дюнами; примерно 50% составил вклад наносов, которые транспортировались рифелями, и от 2 до 20% - вклад наносов, которые не участвовали в грядовом движении и перемещались транзитом по дюнам и рифелям.

Таблица 1. Морфология и динамика донных форм в русле р.Вычегды.

| Профиль                       | Тип гряд | H м | U м/с    | h м  | L м  | C <sub>г</sub><br>м/час | q <sub>s</sub><br>м <sup>3</sup> /час |
|-------------------------------|----------|-----|----------|------|------|-------------------------|---------------------------------------|
| Веселый                       | дюны     | 2.7 | 0.68     | 0.29 | 11.3 | 0.043                   | 0.008                                 |
| Староостровский,<br>нижний, а | дюны     | 2.9 | 0.72     | 0.25 | 11.0 | 0.181                   | 0.031                                 |
|                               | заструги | 2.9 | 0.72     | 0.38 | 66.0 | 0.086                   | 0.017                                 |
| Староостровский,<br>нижний, б | рифели   | 2.0 | 0.72     | 0.10 | 3.1  | 0.44                    | 0.025                                 |
|                               | дюны     | 2.2 | 0.72     | 0.21 | 13.3 | 0.159                   | 0.025                                 |
|                               | заструги | 2.2 | 0.72     | 0.4  | 74.0 | 0.093                   | 0.026                                 |
| Староостровский,<br>левый     | рифели   | 2.7 | 0.77     | 0.12 | 4.1  | 0.55                    | 0.039                                 |
|                               | дюны     | 3.0 | 0.77     | 0.4  | 23.8 | 0.183                   | 0.053                                 |
| Староостровский,<br>верхний   | рифели   | 2.6 | 0.7-0.77 | 0.18 | 3.9  | 0.89                    | 0.10                                  |
|                               | дюны     | 5.7 | 0.7-0.84 | 0.34 | 12.3 | 0.17                    | 0.036                                 |

Иерархический комплекс донных форм на Нижне-Шешуровском перекате (ленточная гряда длиной 2500 м) во время низкой межени был образован рифелями длиной 3-4 м, высотой 0,1-0,2 м, со скоростью перемещения 0,7-1,1 м/час и шалыгами длиной 200-300 м, высотой 1,0-1,2 м, которые смещались со скоростью 0,12-0,3 м/час (табл.2). При неизменных гидравлических характеристиках потока общий расход влекомых наносов изменялся во времени от 0,02 до 0,8 м<sup>3</sup>/час с периодом 32-42 часов. Расход наносов, которые перемещались в виде рифелей, изменялся с несколько меньшим периодом (30 часов) от 0,02 до 0,3 м<sup>3</sup>/час. Значительная часть влекомых наносов (50-70%) проходила по поверхности покрытого рифелями дна транзитом в безгрядовой форме. Наносы в основном (80-90%) аккумулировались в подвальях шалыг, что приводило к пассивному смещению этих крупных гряд вниз по течению. В почти трети случаев транзитный вынос наносов отмечался и с низового откоса шалыг. Это проявлялось в размыве низового откоса, что выражалось либо в его отступании вверх по течению, либо в несоответствии скорости смещения вниз по течению объему поступающих сюда наносов. Транзитность шалыг составила

как минимум 18%. Так как эти транзитные наносы не оказали никакого влияния на морфологию и динамику ниже расположенных гряд, то следует предположить, что эти наносы частично перешли во взвесь, частично снесены поперечными течениями вдоль низового откоса шалыги.

Таблица 2. Морфология и динамика донных форм в русле р. Вычегды на Нижне-Шешуровском перекате.

| Тип гряд                        | H м     | U м/с   | h м  | L м  | C <sub>г</sub><br>м/час | q <sub>s</sub><br>м <sup>3</sup> /час |
|---------------------------------|---------|---------|------|------|-------------------------|---------------------------------------|
| ленточная гряда                 | 0.9-2.1 | 0.7-1,3 | 4,0  | 2500 |                         |                                       |
| шалыга<br>(нижняя)              | 0.9-2.1 | 0.7-1,0 | 1,0  | 160  | 0.119                   | 0,129                                 |
| рифели на ее<br>верховом откосе | 0.9-1,6 | 0.8-1,0 | 0,16 | 4.1  | 0,65                    | 0,067                                 |
| шалыга<br>(верхняя)             | 1.2-2.0 | 0,9-1,3 | 1,0  | 300  | 0,29                    | 0,323                                 |
| рифели на ее<br>верховом откосе | 1,4-1,7 | 0,9-1,3 | 0,13 | 3,5  | 1,14                    | 0,091                                 |

При наличии сложного иерархического комплекса донных форм в речном русле невозможно достоверно оценить расход влекомых наносов на основании изучения морфологии и динамики гряд только одного иерархического уровня. Необходимы измерения характеристик всех разномасштабных гряд и учет всех компонент расхода влекомых наносов, транспортируемых в грядовой и безгрядовой форме. Детальные наблюдения за динамикой гряд на дне речного русла выявляют новые стороны транспорта влекомых наносов. Значительные объемы транзита влекомых наносов в подвальях как мелких гряд, так и крупных гряд, большая изменчивость стока влекомых наносов во времени делают невозможным прямое использование простых соотношений для расчета стока влекомых наносов. В каждом конкретном случае необходима постановка специальных наблюдений за морфологией и динамикой грядового комплекса для выявления области аккумуляции основной части влекомых наносов и периода осреднения для достоверной оценки величины их стока.