



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 $q_s = C_T W/L$ м³/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 м³/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 м³/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 _г м/час	q _s м ³ /час
Веселый	дюны	2.7	0.68	0.29	11.3	0.043	0.008
Староостровский, 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, 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, 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, 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 м³/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 м³/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 _г м/час	q _s м ³ /час
ленточная гряда	0.9-2.1	0.7-1,3	4,0	2500		
шалыга (нижняя)	0.9-2.1	0.7-1,0	1,0	160	0.119	0,129
рифели на ее верховом откосе	0.9-1,6	0.8-1,0	0,16	4.1	0,65	0,067
шалыга (верхняя)	1.2-2.0	0,9-1,3	1,0	300	0,29	0,323
рифели на ее 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.