

УДК 656.621/.626; 627.423
DOI: 10.37890/jwt.vi71.265

Оценка техногенной нагрузки по интенсивности дноуглубительных работ на перекатных участках реки Обь

Ю.И. Бик¹

<https://orcid.org/0000-0003-2884-8348>

М.А. Бучельников¹

<https://orcid.org/0000-0002-7975-6390>

В.Н. Кофеева¹

<https://orcid.org/0000-0002-7361-7947>

В.А. Бобыльская¹

<https://orcid.org/0000-0003-2347-3890>

¹ *Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск, Россия*

Аннотация. Объектом исследования является проведение транзитных дноуглубительных работ в русле реки Обь за большой промежуток времени (2000-2020 годы). Проанализирована частота и объемы дноуглубления на тех перекатах, которые создавали затруднения для судоходства. На основании обширных первичных данных рассчитаны такие параметры как: количество разработок за рассматриваемый период, средний объем за одну разработку, суммарный объем перемещенного грунта по каждому перекату, количество периодов три и более лет, в которые проводилось дноуглубление на перекате). Предложенные параметры имеют технико-экономическое и экологическое значение. Установлено, что в указанный период дноуглубление требовалось на перекатах. Наиболее сильному воздействию подвержены перекаты на участке Подходной канал шлюза Новосибирской ГЭС - устье реки Томи. Ряд перекатов подвергался дноуглублению практически непрерывно в течении 5-7 и более лет. Для установления связи между показателями вычислены коэффициенты корреляции (r_{xy}) в парах «Количество разработок» – «Объем всего» и «Количество разработок» – «Средний объем». Обнаружено, что между количеством разработок и общим объемом перемещенного грунта существует значительная положительная связь. Столь же сильной связи между количеством разработок на перекате и средним объемом одной прорези не прослеживается. Отмечены недостатки и преимущества предлагаемого способа оценки.

Ключевые слова: дноуглубление, оценка воздействия, перекатные участки, техногенная нагрузка, река Обь.

Assessment of the technogenic load by the intensity of dredging operations on the rolling sections of the Ob River

Yuriy I. Bic¹

<https://orcid.org/0000-0003-2884-8348>

Mikhail A. Buchelnikov¹

<https://orcid.org/0000-0002-7975-6390>

Vera N. Kofeeva¹

<https://orcid.org/0000-0002-7361-7947>

Viktoria A. Bobylskaya¹

<https://orcid.org/0000-0003-2347-3890>

¹ *Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia*

Abstract. The object of the study is to carry out transit dredging operations in the bed of the Ob River over a long period of time (2000-2020). The frequency and volumes of dredging on those rifts that created difficulties for navigation are analyzed. Based on extensive primary data, such parameters as: the number of developments during the period under review, the average volume per development, the total volume of displaced soil for each roll, the number of periods of three or more years in which dredging was carried out on the roll) were calculated. The proposed parameters have technical, economic and environmental significance. It was found that during the specified period dredging was required on the rifts. The rifts in the section of the Approach Channel of the Novosibirsk hydroelectric power station gateway - the mouth of the Tom River are most affected. A number of rifts have been dredged almost continuously for 5-7 years or more. To establish a relationship between the indicators, correlation coefficients (r_{xy}) were calculated in the pairs "Number of developments" – "Total volume" and "Number of developments" – "Average volume". It was found that there is a significant positive relationship between the number of developments and the total volume of displaced soil. There is no equally strong connection between the number of developments on the roll and the average volume of one slot. The disadvantages and advantages of the proposed method of evaluation are noted.

Keywords: dredging, impact assessment, rolling areas, man-made load, Ob river.

Введение

Река Обь – природно-техногенный комплекс, используемый самыми разными отраслями экономики: промышленностью, жилищно-коммунальным хозяйством, энергетикой, сельским хозяйством, водным транспортом. Морфологию русла Оби можно признать достаточно изученной [1, 2].

Обское судоходство крайне важно для всего западносибирского региона: оно обеспечивает устойчивую транспортную связь аграрных и промышленных районов юга с ресурсодобывающими территориями севера. Для поддержания водного пути в нормативном состоянии требуется ежегодное дноуглубление на множестве перекатных участков.

Объемы транзитных дноуглубительных работ на Оби были весьма различны [3,4]. В конце 80-х годов объемы дноуглубления достигали рекордных отметок (до 43 млн. м³) и продолжали оставаться весьма существенными вплоть до первой половины 90-х годов. В этот период происходило коренное изменение русла, была предпринята масштабная попытка обеспечить единую, устойчивую трассу судового хода с одновременным увеличением гарантированных глубин

Однако, уже к концу 90-х река стала возвращаться в свое естественное состояние. Таким образом, подобные методы поддержания и улучшения характеристик ВВП оказались практически неоправданными, финансово затратными и, безусловно, нереализуемыми в современных условиях с экономической и технической точки зрения.

С середины 90-х годов и до середины 2000-х объемы дноуглубления напротив оказались крайне низки (от 0,1 до 3 млн. м³), что оказалось совершенно недостаточным для поддержания гарантированных глубин, приводило к их падению, трудностям в период навигации, неэффективному использованию флота. При сохранении объемов дноуглубления на таком уровне, поддерживать гарантированные глубины с каждым годом становилось все сложнее. С 2007 года наблюдается рост объемов до 6,4 млн. м³. В дальнейшем он колебался в пределах 3,9 - 7,9 млн. м³ в год.

Таким образом, наблюдается три периода дноуглубительных работ на Оби: «сверхинтенсивный» (70-е, 80-е, начало 90-х), «очевидно недостаточный» (вторая половина 90-х, 2000-е) и минимально необходимый, причем, ни один из них не оптимален: в 2014 году было дано научное обоснование ежегодного

эксплуатационного и капитального дноуглубления на Оби в пределах около 14 млн. м³ в год с последующим снижением до 9-10 млн. м³ в год [4].

На Нижней Оби объемы дноуглубления во все годы были существенно меньше: даже в 80-е годы они редко превышали 1 млн. м³, а в дальнейшем снизились до нескольких сотен тонн или же в отдельные годы вообще не проводились.

Анализ масштабов техногенного перемещения аллювия важен с производственной, экономической и экологической точек зрения. Для экономии госбюджетных средств, работы должны быть спланированы таким образом, чтобы объемы и повторяемость разработки прорезей стали минимально достаточными. Это же важно и для сбережения водных экосистем: снижение интенсивности факторов перемещаемого донного грунта, шлейфов мутности, шумового фактора уменьшает воздействие на бентосные, планктонные организмы и на ихтиофауну.

Учитывая вышеизложенное, целью представленных в статье исследований стал анализ объемов транзитных дноуглубительных работ в зоне ответственности ФБУ «Администрация обского бассейна внутренних водных путей» за 2000-2020 годы.

Авторы выражают благодарность Руководителю ФБУ «Администрация Обского БВП» к.т.н. С.В. Павлушкину за предоставленные материалы.

Методы

Исходными данными для исследований послужили сведения об ежегодных объемах дноуглубительных работ на перекатных участках Оби, содержащиеся в Технических отчетах ФБУ «Администрация Обского БВП» за 2000-2020 годы.

На их основании были рассчитаны следующие параметры:

- количество разработок (количество лет, в которые они проводились на перекате за рассматриваемый период);
- средний объем перемещаемого донного грунта за одну разработку;
- объем всего (суммарный объем перемещенного грунта по каждому перекаату за 2000-2020 годы);
- количество непрерывных повторностей (количество периодов три и более лет, в которые проводилось дноуглубление на перекаате).

На наш взгляд, первые три показателя имеют преимущественно технико-экономическое значение: они позволяют определить на какой из перекатов затрачено наибольшее количество сил и средств. Первый и четвертый - имеют больше экологическое значение: воздействие на экосистемы большой реки определяется не только объемами работ, но и их повторяемостью, периодичностью воздействия, что обусловлено сроками восстановления бентосных организмов (1 год и более) [5].

Для установления связи между показателями вычислены коэффициенты корреляции (r_{xy}) в парах «Количество разработок» – «Объем всего» и «Количество разработок» – «Средний объем».

Данные сведены в таблицы (табл. 1-6). Разбиение перекатов на участки слияние рек Бии и Катунь – Усть-Чарышская Пристань, Усть-Чарышская Пристань – г. Барнаул, г. Барнаул – г. Камень-на-Оби, Подходной канал – устье р. Томи, Томского и Колпашевского районов водных путей и судоходства содержится в Технических отчетах и сохранено для удобства анализа. Для каждого участка определены максимальные, минимальные и средние значения для параметров «Средний объем за одну разработку» и «Объем всего».

Результаты

Полученные данные представлены в таблицах 1-6. Проанализируем их по изменениям каждого из показателей. Всего за рассматриваемый период дноуглубление потребовалось выполнить на 170 перекатах.

Повторяемость. Повторяемость работ был выбран в качестве наиболее существенного фактора. Как уже было сказано выше при частой повторяемости зообентос, как правило, не может полноценно восстановить свою численность на участке, подвергающемся воздействию. Так как рассматриваемый нами период составляет 21 год, то столь существенное воздействие будет наблюдаться на тех перекатах, дноуглубление на которых проводилось в количестве раз, близких к данному значению (постоянно или в какой-либо период): достаточно условно можно определить частоту более 10 раз.

Наибольшая повторяемость наблюдается на перекатах участка Нижний подходной канал - устье р.Томи, а также участка Томского района водных путей и судоходства. Здесь на 15 перекатах работы производились 10 и более раз; а на перекатах Верхний Кожевниковский - 17 раз, Чигалинский - 16, Орский – 14, т.е. воздействие можно признать крайне частым. На участке слияние Бии и Катунь - Усть-Чарышская пристань таких перекатов 4.

На участке Томского района водных путей и судоходства более 10 раз разрабатывалось 3 переката (Нижний Салтанаковский, Верхний Никольский и Никольский). На остальных участках случаев разработки более 10 раз не наблюдалось. Несколько реже (6-10 раз) разрабатывался за рассматриваемый период 41 перекат, остальные – 5 и менее раз.

Количество непрерывных повторностей. Количество непрерывных повторностей может быть 1 или 2 и только на перекате Ниж. Базанаковский – 3.

Средний объем за одну разработку. Данный параметр варьирует по участкам. Так на участке слияние Бии и Катунь - Усть-Чарышская пристань максимальные-минимальные значения составили 81,61 - 7,5 тыс. м³, при среднем 32 тыс. м³, Усть-Чарышская пристань - г. Барнаул 60,0-11,9 тыс. м³, среднее 44,25 тыс. м³, г. Барнаул - г.Камень-на-Оби 341,65 - 34,60 тыс. м³, среднее 98,65 тыс. м³, Нижний подходной канал - устье р.Томи 443,00 - 8,00 тыс. м³ среднее 95,08, Томского района водных путей и судоходства 289,75 - 28,00 тыс. м³, среднее 117,62 тыс. м³, Колпашевского района водных путей и судоходства 248,15 - 45,2 тыс. м³, среднее 113,77.

Объем всего. На участке слияние Бии и Катунь - Усть-Чарышская пристань максимальные-минимальные значения составили 652,9-7,5 тыс. м³, при среднем 156,9 тыс. м³, Усть-Чарышская пристань - г. Барнаул 530-11,9 тыс. м³, среднее 139,8 тыс. м³, г. Барнаул - г.Камень-на-Оби 683,3 - 34,60 тыс. м³, среднее 204,20 тыс. м³, Нижний подходной канал - устье р.Томи 2234,00 - 8,00 тыс. м³, среднее 569,55 тыс. м³, Томского района водных путей и судоходства 2074,20- 28,00 тыс. м³, среднее 680,82 тыс. м³, Колпашевского района водных путей и судоходства 1496,70-45,2 тыс. м³, среднее 435,05.

Таблица 1

Дноуглубление на перекатах участка слияние Бии и Катунь - Усть-Чарышская пристань

№№	Название переката	Количество разработок	Средний объем за одну разработку (тыс. м ³)	Объем всего (тыс. м ³)	Количество непрерывных повторностей
1	Усть-Талицкий	10	31,70	317,00	2
2	Картуковский	10	29,00	290,00	2
3	Ниж.Акутихинский	10	43,70	437,00	2

4	Афанасьевский	10	52,57	525,70	2
5	Талицкий	8	38,88	311,00	1
6	Тимкинский	8	81,61	652,90	1
7	Верх. Талицкий	7	42,36	296,50	2
8	Верх. Акутихинский	7	43,01	301,10	1
9	Усть-Ануйский	6	23,68	142,10	0
10	Ниж.Быстроистокский	6	38,65	231,90	0
11	Завьяловский	6	44,90	269,40	1
12	Ниж.Усть-Ануйский	5	14,58	72,90	0
13	Акутихинский	5	27,20	136,00	0
14	Быстроистокский	5	25,00	125,00	0
15	Шелегинский	4	23,30	93,20	0
16	Ниж. Вяткинский	4	26,50	106,00	0
17	Верх. Усть-Ануйский	3	19,60	58,80	0
18	Кундешевский	3	17,97	53,90	0
19	Верх. Лиственничный	3	71,67	215,00	1
20	Верх. Кундышевский	2	17,25	34,50	0
21	Ниж. Погореловский	2	34,55	69,10	0
22	Фоминский	1	32,60	32,60	0
23	Усть-Чемровский	1	13,00	13,00	0
24	Усть-Песчаный	1	27,00	27,00	0
25	Ниж. Рогачевский	1	58,70	58,70	0
26	Верх. Чеканихинский	1	20,00	20,00	0
27	Соловковский	1	7,50	7,50	0
28	Верх.Шипуновский	1	30,00	30,00	0
29	Шипуновский	1	27,00	27,00	0
30	Дикий	1	32,40	32,40	0
31	Вяткинский	1	15,00	15,00	0
32	Ровный	1	19,00	19,00	0

Таблица 2

Дноуглубление на перекатах участка Усть-Чарышская пристань - г. Барнаул

№№	Название переката	Количество разработок	Средний объем за одну разработку (тыс. м ³)	Объем всего (тыс. м ³)	Количество непрерывных повторностей
1	Верх. Исаевский	9	58,90	530,10	1
2	Верх. Беловский	4	50,25	201,00	0
3	Сред. Беловский	3	53,00	159,00	0
4	Исаевский	2	36	72	0
5	Камышенский	1	11,90	11,90	0
6	Ниж. Усть-Татарский	1	60,00	60,00	0
7	Ниж. Усть-Кривой	1	46,40	46,40	0
8	Васюшкин	1	38	38	0

Таблица 3

Дноуглубление на перекатах участка г. Барнаул - г.Камень-на-Оби

№№	Название переката	Количество разработок	Средний объем за одну разработку (тыс. м ³)	Объем всего (тыс. м ³)	Количество непрерывных повторностей
1	Барнаулский	7	96,33	674,30	2

2	Сред.Шелаболихинский	4	61,75	247,00	0
3	Верх. Барнаульский	3	92,40	277,20	0
4	Самодуровский	3	79,67	239,00	0
5	Сред. Барнаульский	3	141,37	424,10	1
6	Верх. Пропускной	3	79,00	237,00	1
7	Ниж. Сибирский	3	93,90	281,70	0
8	Ниж. Шаболихинский	2	341,65	683,30	0
9	Сибирский	2	199,00	398,00	0
10	Сред.Кучукский	2	45,50	91,00	0
11	Пропускной	1	60,00	60,00	0
12	Мыльниковский	1	173,60	173,60	0
13	Логовский	1	98,50	98,50	0
14	Верх. Беловский	1	94,00	94,00	0
15	Верх. Исаевский	1	44,00	44,00	0
16	Касмалинский	1	64,00	64,00	0
17	Верх. Телеутский	1	50,40	50,40	0
18	Ниж. Боровиковский	1	60,00	60,00	0
19	Верх. Самодуровский	1	124,80	124,80	0
20	Верх. Кучукский	1	34,60	34,60	0
21	Верх. Каменский	1	100,00	100,00	0
22	Верх.Кучукский	1	36,00	36,00	0

Таблица 4

Дноуглубление на перекатах участка Нижний подходной канал - устье р.Томи

№№	Название переката	Количество разработок	Средний объем за одну разработку (тыс. м ³)	Объем всего (тыс. м ³)	Количество непрерывных повторностей
1	Верх. Кожевниковский	17	130,28	2214,80	2
2	Чигалинский	16	139,63	2234,00	1
3	Орский	14	73,93	1035,00	2
4	Степановский	12	138,67	1664,00	1
5	Верх. Кругликовский	12	84,71	1016,50	1
6	Новоталовый	12	98,08	1177,00	1
7	Медвежий	11	133,87	1472,60	2
8	Ташаринский	11	49,05	539,50	2
9	Орско-Борский	10	111,80	1118,00	2
10	Верх. Ташаринский	10	98,10	981,00	2
11	Лебединый	10	106,20	1062,00	1
12	Чичканский	10	111,10	1111,00	1
13	Борошной	10	81,20	812,00	3
14	Ниж. Базанаковский	10	112,10	1121,00	1
15	Верх. Брагинский	10	87,50	875,00	0
16	Мочищенский	8	79,05	632,40	1
17	Баской	8	87,38	699,00	1
18	Верх. Лебединый	8	119,13	953,00	0
19	Ниж. Монастырский	8	143,13	1145,00	0
20	Верх. Монастырский	8	69,63	557,00	1
21	Ниж. Чаусский	7	114,86	804,00	1
22	Ниж. Гусинный	7	43,14	302,00	1
23	Верх. Астраханцевский	7	121,14	848,00	1
24	Чаусский	6	89,17	535,00	0

25	Заводовский	6	95,50	573,00	0
26	Ниж. Телячий	6	127,67	766,00	1
27	Сред. Мочищенский	5	99,60	498,00	0
28	Ниж. Дрегуновский	5	75,80	379,00	1
29	Брагинский	5	69,80	349,00	1
30	Сред. Дубровинский	5	93,20	466,00	0
31	Умревинский	5	39,40	197,00	0
32	Телячий	5	115,20	576,00	0
33	Ниж. Чичканский	5	96,56	482,80	0
34	Кожевниковский	5	89,80	449,00	1
35	Ниж. Дубровинский	4	117,48	469,90	0
36	Ниж. Кудряшовский	4	53,00	212,00	0
37	Верх. Мочищенский	4	64,50	258,00	1
38	Верх. Базанаковский	4	93,00	372,00	0
39	Базанаковский	4	89,75	359,00	1
40	Ниж. Умревинский	3	58,33	175,00	0
41	Ниж. Мочищенский	3	76,50	229,50	1
42	Верх. Каштаковский	3	99,00	297,00	0
43	Оськинский	3	52,33	157,00	0
44	Кулманский	3	100,00	300,00	0
45	Верх. Елобогатский	2	137,00	274,00	0
46	Ниж. Елобогатский	2	44,50	89,00	0
47	Ниж. Кругликовский	2	109,50	219,00	0
48	Монастырский	2	80,00	160,00	0
49	Дрегуновский	2	43,00	86,00	0
50	Саргатский	2	78,50	157,00	0
51	Сосновый	2	95,00	190,00	0
52	Ниж. Ташаринский	1	10,00	10,00	0
53	Камешковский	1	75,00	75,00	0
54	Астраханцевский	1	304,00	304,00	0
55	Каштаковский	1	23,00	23,00	0
56	Сред. Монастырский	1	26,00	26,00	0
57	Дубровинский	1	125,00	125,00	0
58	Ниж. Бугринский	1	443,00	443,00	0
59	Верх. Кудряшевский	1	8,00	8,00	0
60	Верх. Лебединский	1	60,00	60,00	0
61	Тумурчукский	1	20,00	20,00	0

Таблица 5

Дноуглубление на перекатах участка Томского района водных путей и судоходства

№№	Название переката	Количество разработок	Средний объем за одну разработку (тыс. м ³)	Объем всего (тыс. м ³)	Количество непрерывных повторностей
1	Ниж. Салтанаковский	16	127,56	2040,90	2
2	Верх. Никольский	15	138,28	2074,20	1
3	Никольский	12	151,90	1822,80	2
4	Верх. Албазинский	10	124,38	1243,80	1
5	Албазинский	10	140,86	1408,60	1
6	Касогасовский	10	108,40	1084,00	1
7	Першинский	9	87,50	787,50	1
8	Заречный	8	158,45	1267,60	0
9	Монатковский	8	63,85	510,80	2

10	Ниж.Никольский	7	109,90	769,30	1
11	Верх. Родновский	7	83,06	581,40	1
12	Тайзаковский	6	101,23	607,40	1
13	Бакланий	5	116,58	582,90	1
14	Ниж.Михайловский	5	73,84	369,20	0
15	Черноярский	4	108,23	432,90	0
16	Бровцевский	4	83,03	332,10	0
17	Верх.Кайбасовский	4	191,30	765,20	0
18	Ниж.Сарафановский	4	129,43	517,70	1
19	Михайловский	4	83,63	334,50	0
20	Верх.Старообский	3	79,87	239,60	1
21	Березовский	2	118,55	237,10	0
22	Ниж.Молчановский	2	77,70	155,40	0
23	Родновский	2	135,80	271,60	0
24	Канангинский	2	289,75	579,50	0
25	Новосонровский	2	200,35	400,70	0
26	Сред.Салтанаковский	1	28,00	28,00	0
27	Кайбасовский	1	73,80	73,80	0
28	Верх.Першинский	1	97,80	97,80	0
29	Тискинский	1	128,60	128,60	0

Таблица 6

Дноуглубление на перекатах участка Колпашевского района водных путей и судоходства

№№	Название переката	Количество разработок	Средний объем за одну разработку (тыс. м ³)	Объем всего (тыс. м ³)	Количество непрерывных повторностей
1	Колпашевский	8	187,09	1496,70	1
2	Ниж.Колгужакский	8	137,65	1101,20	0
3	Ниж.Колпашевский	5	103,72	518,60	1
4	Куяльцевский	5	115,90	579,50	0
5	Зыряновский	5	172,38	861,90	0
6	Тяжинский	4	50,80	203,20	0
7	Кабанюрский	4	96,58	386,30	0
8	Ниж.Киевский	4	94,10	376,40	0
9	Ниж.Ласкинский	3	115,50	346,50	0
10	Киевский	3	183,67	551,00	0
11	Усть-Чаянский	2	65,35	130,70	0
12	Верх.Ерганский	2	132,00	264,00	0
13	Ласкинский	2	99,35	198,70	0
14	Сред.Ласкинский	2	248,15	496,30	0
15	Парбинский	2	74,10	148,20	0
16	Верх.Ласкинский	1	45,20	45,20	0
17	Ниж.Ерганский	1	70,00	70,00	0
18	Лукашкинский	1	57,00	57,00	0

Рассмотрим связь между объемами дноуглубления и частотой разработки. Из таблицы 7 видно, что между количеством разработок и общим объемом перемещенного грунта существует значительная положительная связь (коэффициент корреляции r_{xy} на разных участках от 0,76 до 1,00). Однако, столь же сильной связи

между количеством разработок и средним объемом одной прорези не прослеживается (коэффициент корреляции r_{xy} от 0,09 до 0,43).

Таблица 7

Корреляция между параметрами «Количество разработок» – «Объем всего» и «Количество разработок» – «Средний объем»

Участок	Коэффициент корреляции (r_{xy})	
	Количество разработок – Объем всего	Количество разработок – Средний объем
Слияние Бии и Катуня - Усть-Чарышская пристань	0,87	0,39
Усть -Чарышская пристань – г. Барнаул	1,00	0,43
г.Барнаул – г. Камень на Оби	0,76	0,09
Нижний подходной канал - устье р. Томи	0,92	0,26
Участок Томского района водных путей и судоходства	0,94	0,06
Участок Колпашевского района водных путей и судоходства	0,91	0,39

Обсуждение

Полученные результаты, на наш взгляд, подтверждают ранее выдвигавшийся в ряде работ [3, 4, 6] тезис о дноуглублении обских перекатов как о значимом экологическом факторе. Общее количество лимитирующих перекатов довольно велико, объемы можно признать существенными, а повторяемость в ряде мест – частой.

Степень воздействия транзитного дноуглубления на биоту была оценена нами ранее [7]. Установлено, что эксплуатационные дноуглубительные работы с объемами перемещения грунта примерно в 10 млн м³ нанесут небольшой ущерб ихтиофауне.

С точки зрения воздействия на речные экосистемы предлагаемые показатели весьма удобны, однако, имеют ряд недостатки. Показатель «Количество непрерывных повторностей» был определен как количество непрерывных периодов в три и более годов и его значения оказались невелики. Вместе с тем целый ряд перекатов подвергался воздействию непрерывно и в течение 5 и даже 7 лет, что дает вероятность предполагать почти полное разрушение зообентосных сообществ на данных участках.

Впрочем, вопрос о сроках восстановления бентосных организмов после их погребения отвалами грунта, остается недостаточно изученным. Восстановление на песчаных грунтах происходит довольно быстро [7]. Воздействие дноуглубления на планктон носит многофакторный характер. По данным работы Менга, Ченя и других [9] восстановление сообществ некоторых гидробионтов занимает примерно год, однако эти данные получены для водных экосистем теплых, незамерзающих рек.

Представляется вероятным, что сила воздействия на биоту будет определяться целым рядом факторов [9]: способом проведения работ, составом грунта и иными. Также установлено, что дноуглубление влияет не только на гидробионты, но и на экосистемы поймы и островов [10].

Представляет интерес и полученные значения корреляции между параметрами «Количество разработок» – «Объем всего» и «Количество разработок» – «Средний объем». На первый взгляд, сильная положительная связь между количеством

разработок и общим объемом перемещенного грунта вполне логична. С другой - она свидетельствует о том, что крупные прорезы выполнялись довольно редко. Учитывая столь сильную связь, можно предложить параметр «Количество разработок» в качестве основного.

Отсутствие корреляции (или слабая корреляция) между параметрами «Количество разработок» – «Средний объем», на наш взгляд, также говорит о том, что ситуация на перекатах складывается различно: выполняются как более масштабные прорезы, так и менее, но более часто.

Безусловно, на используемые нами данные накладывался фактор зависимости объемов выполненных работ от текущего финансирования. Кроме того, очевидно, что в маловодные годы требовалось углубление большего числа перекатов.

Обращают на себя внимание те перекаты, дноуглубление на которых проводилось практически ежегодно, а объемы перемещенного донного грунта превышают 1000 тыс. м³ за рассматриваемый период. Именно здесь техногенное воздействие можно оценить как наиболее интенсивное: масштабное и частое. Эти участки в первую очередь нуждаются в проектировании и выполнении капитальных прорезей, в мероприятиях по коренному улучшению судоходных условий.

Заключение

На наш взгляд объемы дноуглубительных работ на перекатах Верхней и Средней Оби можно признать довольно значительными, однако вполне обоснованными с точки зрения обеспечения потребностей судоходства.

Предложенные параметры оценки техногенного перемещения аллювия, можно признать полезными и в экологическом, и в экономическом плане; они дают материал для планирования работ на последующие годы, выбора тех перекатных участков, на которых желательно коренное улучшение судоходных условий, создание не только прорезей, но и русловыправительных сооружений.

Снижение повторяемости работ крайне важно и для сохранения водных экосистем, хотя, безусловно, транзитное дноуглубление необходимо и будет наносить определенный вред гидробионтам.

Исследования стоит продолжить по следующим направлениям. Необходимо подобрать наилучшие методы статистической оценки первичных данных (кроме средних значений возможно использование медианных, возможно применение разбивки на квартили, корреляционный анализ и т.д).

Возможно, интересные данные даст сопоставление результатов, полученных на Оби, с другими реками - Иртышом, Волгой, Белой и т.д.

Вопрос оценки степени техногенной нагрузки на всю экосистему реки от интенсивности дноуглубительных работ на перекатных участках остается, на наш взгляд, дискуссионным. Для положительного ответа на него необходимо разработать критерии нормирования. В целом же, соотнеся исследования, приведенные в данной работе с предыдущими трудами [2, 4, 5, 7], транзитное дноуглубление стоит признать весьма значимым техногенным экологическим фактором.

Наиболее сложные перекатные участки требуют внимательнейшего изучения с морфологической точки зрения: желательно осуществить их моделирование (в т.ч. математическое) позволяющее понять и устранить причины их затруднительности для судоходства.

Список литературы

1. Чалов, Р.С. Параметризация условий и форм проявления русловых процессов как основа планирования дноуглубления (на примере р. Обь) / Р.С. Чалов, С.Н. Рулева,

- Н.М. Михайлова, К.М. Беркович // Речной транспорт (XXI век).2017. № 1 (81) – с. 35-43. – Текст: непосредственный.
2. Чалов, Р.С. Руслонные процессы и водные пути на реках Обского бассейна: монография/ Р.С. Чалов, Е.М. Плессевич, В.А. Баула. –Новосибирск: РИПЭЛ плюс. 2001. – 300 с. – Текст: непосредственный.
 3. Bik Yu. Environmental assessment of the estimated dredging volumes on the Ob River/ Yu. I. Bik, M. A. Buchelnikov, V. N. Kofeeva/ IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) 022042 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/937/2/022042
 4. Седых, В.А. Обоснование объемов дноуглубительных работ на реке Обь/ В.А. Седых, В.М. Ботвинков, Н.В. Голышев, М.А. Бучельников // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2014 №1-2 – С.124-126. – Текст: непосредственный.
 5. Бучельников, М.А. Транзитные дноуглубительные работы в русле реки Оби как один из основных гидроэкологических факторов / М.А. Бучельников // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2015. №2. – С.221-224. – Текст: непосредственный.
 6. Седых, В.А. Безопасность судоходства на р. Обь на участке Новосибирская ГЭС – устье р. Томь/ В.А. Седых, А.Ю. Лапай // Речной транспорт (XXI век). 2014. № 3 (68) – С. 83-86. – Текст: непосредственный.
 7. Бучельников, М.А. Оценка экологического влияния путевых работ на речные экосистемы (на примере реки Обь): монография / М.А. Бучельников // Новосибирск: Сибир. гос. унив. водн. трансп., 2018. – 182 с. – Текст: непосредственный.
 8. Wenjie Wan, Hans-Peter Grossart, Donglan He, Wenke Yuan, Yuyi Yang, Stronger environmental adaptation of rare rather than abundant bacterioplankton in response to dredging in eutrophic Lake Nanhu (Wuhan, China), *Water Research*, Volume 190, 15 February 2021, 116751, doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116751>.
 9. Xingliang Meng, Juanjuan Chen, Zhengfei Lia and etc., Degraded functional structure of macroinvertebrates caused by commercial sand dredging practices in a flood plain lake, *Environmental Pollution*, Volume 263, Part B, August 2020, 114415, doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114415>.
 10. Anastasia Krainyk, Lianne M. Koczur, Bart M. Ballard, A spatial model for the beneficial use of dredge spoil deposition: Creation and management of breeding habitat for reddish egrets in Texas, *Journal of Environmental Management* Volume 260, 15 April 2020, 110022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110022>.

References

1. Chalov, R.S. Parametrization of conditions and forms of manifestation of channel processes as a basis for dredging planning (on the example of the Ob river) / R.S. Chalov, S.N. Ruleva, N.M. Mikhailova, K.M. Berkovich // *River transport (XXI century)*.2017. No. 1 (81) – pp. 35-43. – Text: direct.
2. Chalov, R.S. Channel processes and waterways on the rivers of the Ob basin: monograph / R.S. Chalov, E.M. Pleskevich, V.A. Baula. –Novosibirsk: RIPEL plus. 2001. – 300 p. – Text: direct.
3. Bic Yu. Ecological assessment of the estimated volumes of dredging operations on the Ob River / Yu. I. Bik, M. A. Buchelnikov, V. N. Kofeeva / IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) 022042 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/937/2/022042
4. Sedykh, V.A. Substantiation of dredging volumes on the Ob River/ V.A. Sedykh, V.M. Botvinkov, N.V. Golyshev, M.A. Buchelnikov // *Scientific problems of transport in Siberia and the Far East*. 2014 No.1-2 – pp.124-126. – Text: direct.
5. Buchelnikov, M.A. Transit dredging in the Ob riverbed as one of the main hydroecological factors / M.A. Buchelnikov // *Scientific problems of transport in Siberia and the Far East*. 2015. No. 2. – pp.221-224. – Text: direct.
6. Sedykh, V.A. Safety of navigation on the Ob River at the site of the Novosibirsk HPP – the mouth of the Tom River/ V.A. Sedykh, A.Yu. Lapai // *River transport (XXI century)*. 2014. No. 3 (68) – pp. 83-86. – Text: direct.

7. Buchelnikov, M.A. Assessment of the ecological impact of road works on river ecosystems (on the example of the Ob River): monograph / M.A. Buchelnikov // Novosibirsk: Sibir. gos. univ. vodn. transp., 2018. – 182 p. – Text: direct.
8. Wenjie Wang, Hans-Peter Grossart, Donglan He, Wenke Yuan, Yuyi Yang, Stronger adaptation to the environment of rare rather than abundant bacterioplankton in response to dredging in eutrophic Lake Nanhu (Wuhan, China), *Water Research*, Volume 190, February 15, 2021, 116751, doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116751> .
9. Xingliang Meng, Juanjuan Chen, Zhengfei Lia et al., Deterioration of the functional structure of macroinvertebrates caused by the commercial practice of dredging sand in a floodplain lake, *Environmental pollution*, Volume 263, Part B, August 2020, 114415, doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114415> .
10. Anastasia Krainik, Lianna M. Kochur, Bart M. Ballard, Spatial model for the useful use of dredger waste deposition: creation and management of the breeding habitat of reddish egrets in Texas, *Journal of Environmental Management*, Volume 260, April 15, 2020, 110022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110022> .

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Бик Юрий Игоревич, д.т.н., профессор, профессор кафедры Строительного производства, конструкций и охраны водных ресурсов, Сибирский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «СГУВТ»), 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, e-mail: yibik@mail.ru

Yuriy I. Bic, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Construction Production, Structures and Protection of Water Resources, Siberian State University of Water Transport" (FSFEI HE "SSUWT") 630099, Novosibirsk, Shchetinkina str., 33, e-mail: yibik@mail.ru

Бучельников Михаил Александрович, к.б.н., доцент, доцент кафедры Строительного производства, конструкций и охраны водных ресурсов, Сибирский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «СГУВТ»), 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, e-mail: nsk3000@rambler.ru

Mikhail A. Buchelnikov, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction Production, Structures and Protection of Water Resources, Siberian State University of Water Transport" (FSFEI HE "SSUWT"), 630099, Novosibirsk, Shchetinkina str., 33, e-mail: nsk3000@rambler.ru

Кофеева Вера Николаевна, старший преподаватель кафедры Строительного производства, конструкций и охраны водных ресурсов, Сибирский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «СГУВТ»), 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, e-mail: v.n.kofeeva@nsawt.ru

Vera N. Kofeeva, Senior Lecturer of the Department of Construction Production, Structures and Protection of Water Resources, Siberian State University of Water Transport" (FSFEI HE "SSUWT"), 630099, Novosibirsk, Shchetinkina str., 33, e-mail: v.n.kofeeva@nsawt.ru

Бобыльская Виктория Александровна, к.т.н., доцент, доцент кафедры Строительного производства, конструкций и охраны водных ресурсов, Сибирский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «СГУВТ»), 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, e-mail: ek@ngs.ru

Viktoria A. Bobylskaya, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction Production, Structures and Protection of Water Resources, Siberian State University of Water Transport" (FSFEI HE "SSUWT"), 630099, Novosibirsk, Shchetinkina str., 33, e-mail: ek@ngs.ru

Статья поступила в редакцию 06.05.2022; опубликована онлайн 07.06.2022.
Received 06.05.2022; published online 07.06.2022.