

УДК 556.5 : 627.8

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЧЕРЕМШАНСКОГО ЗАЛИВА И ПРИПЛОТИННОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2022 А.В. Рахуба<sup>1</sup>, Т.В. Турутин<sup>2</sup> М.В. Шмакова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, г. Тольятти, Россия

<sup>2</sup> Государственный гидрологический институт, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Институт озероведения РАН – обособленное структурное подразделение Санкт-Петербургского федерального исследовательского центра РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

Статья поступила в редакцию 15.08.2022

Различные типы подстилающей поверхности водосбора Куйбышевского водохранилища, морфометрическая неоднородность и активный гидродинамический режим акватории определяет и разнообразный состав донных отложений и содержания органического вещества в разных частях этого водного объекта. Сравнительный анализ интегральных кривых гранулометрического состава донных отложений Приплотинного плеса и Черемшанского залива показал существенное различие в параметрах этих кривых. В основу анализа положены почвенные карты водосборной площади, батиметрические карты, поле распределения крупности донных отложений и доли органического вещества в них, а также поля скоростей, полученные как результат гидродинамического моделирования акватории. Сравниваемые акватории принципиально отличаются по интенсивности водообмена. Приплотинный плес является более гидродинамически активной акваторией, тогда как Черемшанский залив характеризуется крайне замедленным водообменом. При этом частный водосбор плеса представлен легко размываемыми легкими суглинками, доломитами и известниками. В то время как верхняя часть частного водосбора залива в значительной степени залесена, а нижняя часть водосбора сложена средними и тяжелыми суглинками. Все это определило формирование донных отложений (в виде мелких и средних песков) коренными породами и продуктами русловой эрозии верхних и средних звеньев гидрографической сети р. Черемшанка. Тогда как тонкодисперсные продукты почвенной эрозии частного водосбора плеса сформировали донные отложения, представленные преимущественно пылевато-илистыми фракциями. Также хорошо прогреваемая обширная мелководная акватория залива создает благоприятные условия для массового развития планктонного сообщества, его отмирание и осаждение в виде детрита на дно. Тогда как большие глубины и активная гидродинамика водных масс Приплотинного плеса определяют меньшее содержание органического вещества в составе донных отложений. Наибольшее количество детрита выносится течением из мелководных зон и осаждает в глубоководной центральной и правобережной части плеса.

**Ключевые слова:** водохранилище, грунт, донные отложения, гранулометрия, водосбор, водообмен.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-5-51-59

*Работа выполнена при финансовом обеспечении за счет средств Федерального бюджета в рамках тем № 0154-2019-0003 (ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН) и № 1021060107175-5-1.6.19 (ИЭВБ РАН - филиал СамНЦ РАН).*

### ВВЕДЕНИЕ

Разнообразие условий формирования твердого стока с территории водосбора крупных водных объектов и разнонаправленное влияние

*Рахуба Александр Владимирович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, и. о. заведующего лабораторией мониторинга водных объектов.*

*E-mail: rahavum@mail.ru*

*Турутина Татьяна Валерьевна, научный сотрудник, и.о. заведующей лабораторией наносов и эрозии.*

*E-mail: turutina.tatyana@yandex.ru*

*Шмакова Марина Валентиновна, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории математических методов моделирования.*

*E-mail: m-shmakova@yandex.ru*

на отдельные части акватории гидродинамической составляющей сработки водохранилищ обуславливает неравномерные гранулометрический состав и содержание органического вещества в донных отложениях водоема. В работе [Рахуба и др., 2021] были рассмотрены основные закономерности формирования донных отложений в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища, определяемые особенностями морфометрии, гидродинамики и подстилающей поверхностью частного водосбора. Приплотинный плес по активной гидродинамике, условиям формирования почвенной эрозии на частном водосборе и значительным глубинам существенно отличается от прочих частей акватории Куйбышевского водохранилища по ха-

рактеру донных отложений, что подтверждается анализом процессов осадконакопления в Куйбышевском водохранилище, представленным в [Баранов, 1964; Широков, 1965; Ступишин и др., 1981; Бамбуров и др., 1991; Выхристюк, Варламова, 2003; Законнов и др., 2019]. При этом, возможности математического моделирования циркуляции водных масс в водохранилище, с учетом неоднородности морфометрии, сработки уровня воды Жигулевской ГЭС и ветрового воздействия позволяет оценить вклад гидродинамического влияния на перераспределение донных отложений в пределах исследуемого водного объекта. Рассмотрение разных типов подстилающей поверхности частного водосбора Куйбышевского водохранилища дополняет оценку пространственного распределения основных параметров гранулометрических криевых донных отложений и вклада органического вещества в общий состав донного грунта.

Целью настоящей работы является сравнительный анализ донных отложений Приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища – самой глубоководной части акватории, находящейся под активным гидродинамическим влиянием Жигулевского гидроузла и Черемшанского залива – обширной мелководной акватории, находящейся под влиянием ветровых течений.

## ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Куйбышевское водохранилище состоит из гидродинамически и морфометрически неоднородных областей акватории (рис. 1). Верхнее течение водохранилища представлено гидродинамически активными русловыми участками переменного подпора Волги и Камы. Далее, участок их слияния (Волжско-Камский плес) характеризуется обширной мелководной акваторией с резким падением русловых скоростей потока. В среднем и нижнем течении сформировалось череда озеровидных плесовых расширений (Тетюшский, Ундоровский, Ульяновский Новодевичий, Приплотинный) и небольших участков сужения акватории между ними. Плесы характеризуются как глубоководными правобережными и центральными участками, так и мелководными левобережными акваториями, находящимися в подпоре. Значительные размеры этих плесов и увеличение их объемов от верховья к плотине определяют крайне замедленный водообмен и, как следствие, аккумуляцию твердого вещества, поступившего в акваторию в результате почвенной эрозии.

В нижнем течении помимо подпора имеет место активное гидродинамическое влияние, вызванное неравномерным режимом работы Жигулевской ГЭС. Для Приплотинного плеса ха-

рактерна большая глубина в центральной части и перед плотиной (до 40 м и более) и два мелководных участка на левом и правом берегу (до 15 м). В Черемшанском заливе – наиболее крупном мелководном заливе Куйбышевского водохранилища, глубина акватории не превышает 5–7 м и характеризуется преобладанием ветровых течений и течений, вызванных прямыми и обратными волнами попусков ГЭС, в результате действия которых происходит активное перераспределение донных отложений в этой части водохранилища.

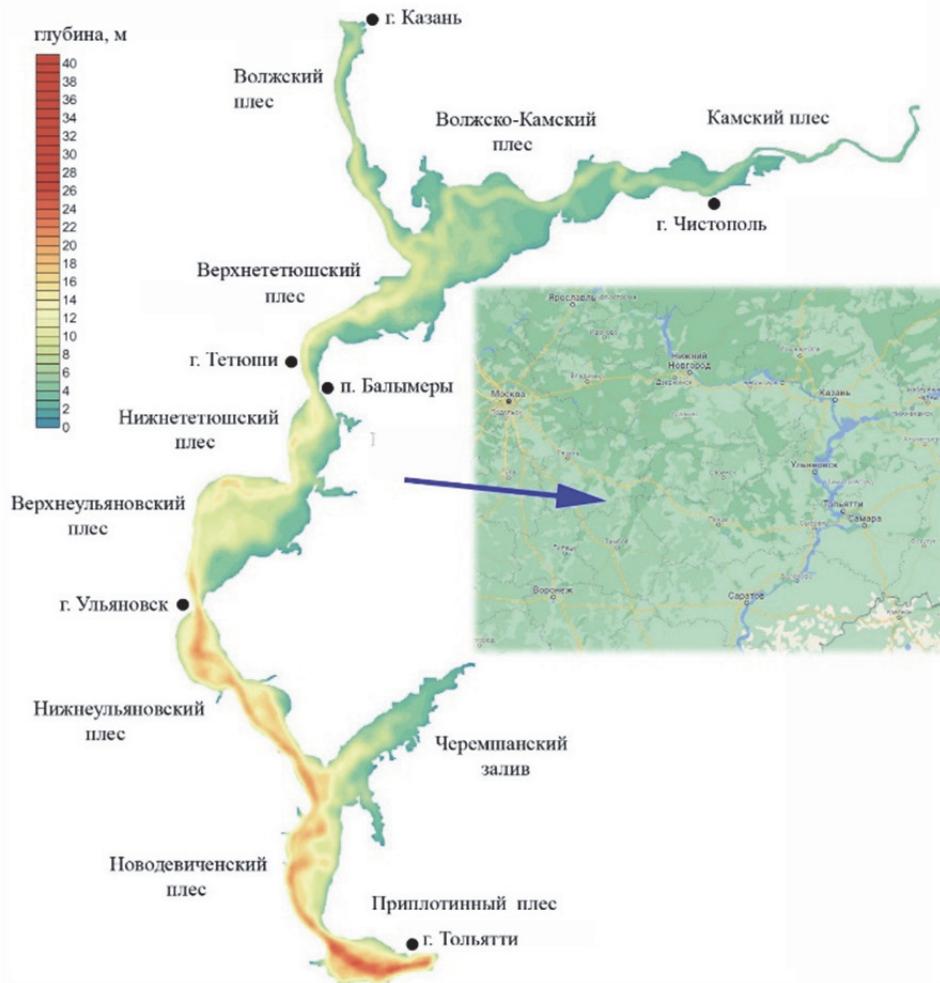
## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно представленным в [Информационная...] почвенным картам были проанализированы типы подстилающей поверхности частных водосборов Приплотинного плеса и Черемшанского залива Куйбышевского водохранилища. Условия формирования твердого стока с частных водосборов исследуемых территорий отличаются разнообразием почв и растительного покрова, а также сельскохозяйственной освоенностью земель.

Так, почвы левобережной и правобережной (в верхнем и среднем течении) частей частного водосбора Приплотинного плеса относятся к черноземам (около 74 %), механический состав которых представлен легкоразмываемыми суглинками. Правобережная часть частного водосбора в нижнем течении Приплотинного плеса, представленная в своей основной части Жигулевским заповедником, характеризуется как типичными для лесостепной зоны почвами (серые и оподзоленные черноземы), так и глинисто-аллювиальными почвами, известняками и доломитами [Поздняков и др., 2019].

При этом, водосбор Куйбышевского водохранилища – один из наиболее развитых сельскохозяйственных регионов РФ. Это определяет и повышенную эвтрофикацию мелководных областей акватории с последующим органическим осадконакоплением. Области аккумуляции илов полностью обусловлены циркуляцией водных масс и морфометрией ложа водохранилища. Согласно приведенной в [Поздняков и др.] схеме частного водосбора Куйбышевского водохранилища с обозначенными различными типами подстилающей поверхности, основная часть частного водосбора Приплотинного плеса приходится на лесохозяйственные и сельскохозяйственные угодья. Последнее, совместно с достаточно градиентной орографией и легкоразмываемыми почвами, определяет и достаточную интенсивность почвенной эрозии водосборной площади.

Верхняя часть частного водосбора Черемшанского залива в основном представлена серы-



**Рис. 1. Батиметрическая схема Куйбышевского водохранилища**  
**Fig. 1. Bathymetric scheme of the Kuibyshev reservoir**

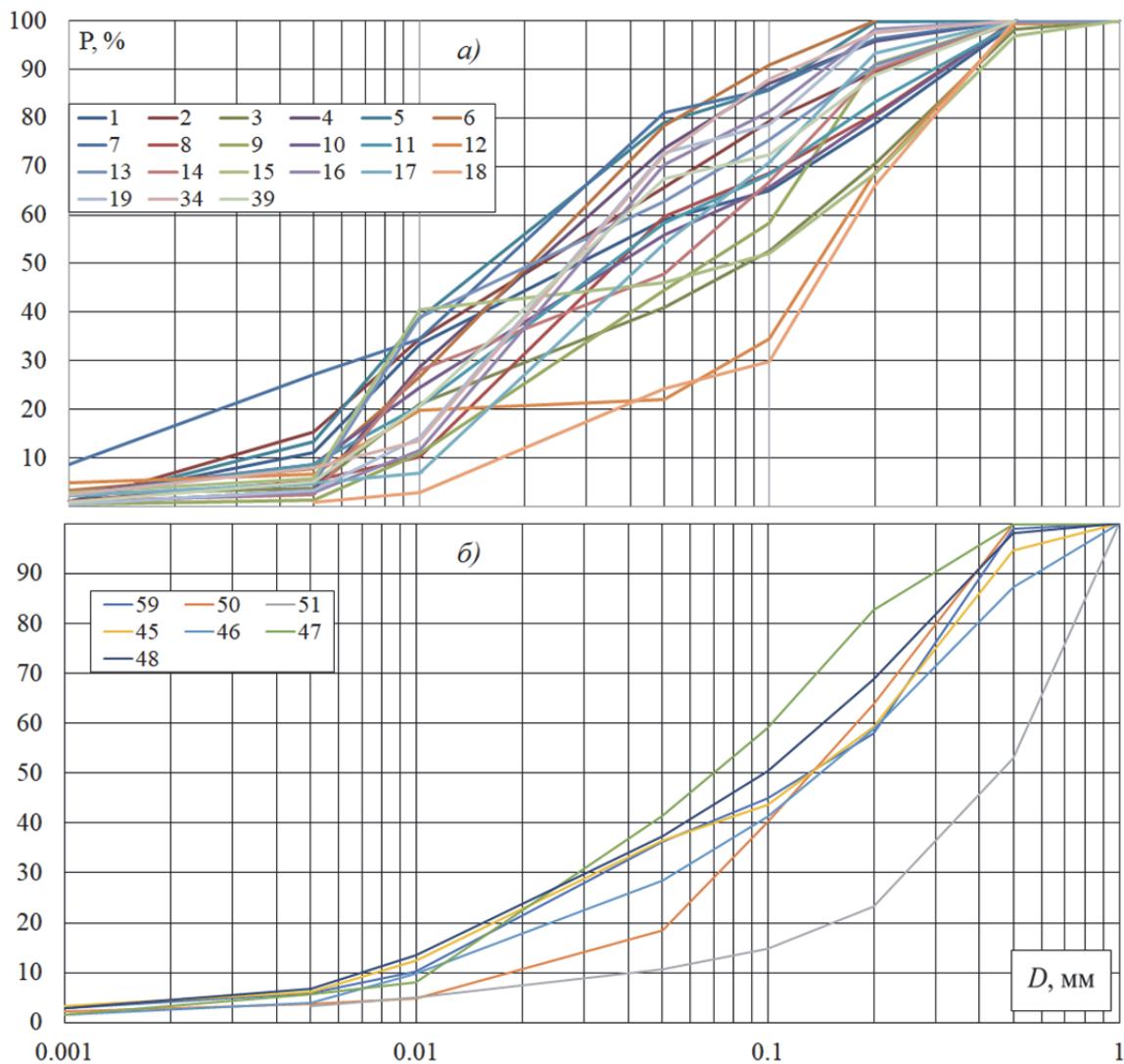
ми лесными почвами и черноземами и характеризуется большой залесенностью, что несколько затрудняет процессы почвенной эрозии. Поэтому твердый сток формируется преимущественно на водосборной площади, непосредственно прилегающей к акватории залива и представленной средними и тяжелыми суглинками. Наиболее активное агрокультурное освоение земель имеет место на правом берегу нижнего течения Приплотинного пlesса, тогда как на левом и правом берегу Черемшанского залива имеет место наибольшая плотность животноводческих ферм (разведение крупного рогатого скота).

На основании данных экспедиционных исследований ИЭВБ РАН в 2020 и 2021 гг. на акваториях Приплотинного пlesса и Черемшанского залива были отобраны пробы донного грунта на 34 станциях в 10-сантиметровом слое. Расположение станций отбора проб учитывает морфометрическую неоднородность пlesса и особенности водообмена и является репрезентативным для последующего анализа.

Отобранные пробы были обработаны комбинированным методом пипетка-фракционометр в лаборатории наносов и эрозии отдела мони-

торинга и экспедиционных исследований ФГБУ ГГИ, согласно [Наставление..., 1989]. Анализ процентного содержания органического вещества в пробах проводился сжиганием части пробы и прокаливанием в муфельной печи [Наставление..., 1989]. По итогам гранулометрического анализа и оценки содержания органического вещества в пробах донных отложений построены интегральные гранулометрические кривые донных отложений Приплотинного пlesса и Черемшанского залива (рис. 2) и составлена таблица. В таблице приведены диапазоны изменений основных параметров интегральной кривой гранулометрического состава донных отложений – медианное значение крупности донных отложений  $M_{50\%}$ , мм, квантили 75 и 25% обеспеченности  $M_{75\%}$  и  $M_{25\%}$ , мм, межквартильный размах  $D$ , для органического вещества в пробе ОВ, %.

Для дальнейшего анализа пространственно-го распределения донных отложений за основу были приняты следующие карты Куйбышевского водохранилища. На рис. 3 приведен план течений акватории с выделенными зонами циркуляции водных масс. Карты получены в результате моделирования на 2D-гидродинамической



**Рис. 2.** Интегральные кривые гранулометрического состава проб донных отложений исследуемых станций Приплотинного плеса – а и Черемшанского залива – б

**Fig. 2.** Integral curves of the granulometric composition of samples of bottom sediments of the studied stations of the Dammed Ples – a and Cheremshansky Bay – б

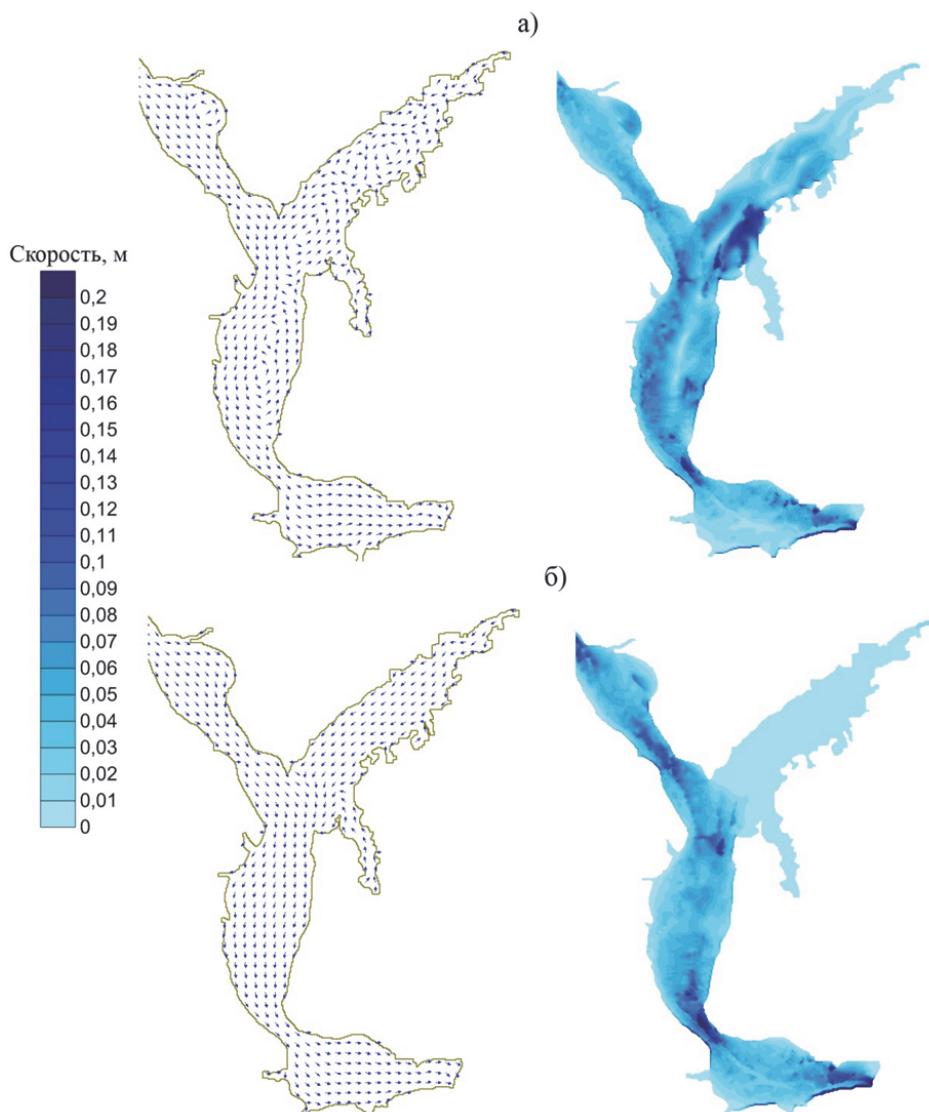
модели «Волна» [Рахуба и др., 2021] для межногого периода среднего по водности года при ветровом воздействии на акваторию (при юго-западном ветре доминирующего направления со скоростью 15 м/с) и при отсутствии ветра. На рис. 4 представлено пространственное распределение медианного значения крупности донных отложений и содержания органического вещества в акваториях Приплотинного плеса и Черемшанского залива.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Разнообразие стоковых и дрейфовых течений в различных частях Куйбышевского водохранилища приводит к неоднородности распределения в них донных отложений. Стоковые течения прослеживаются вдоль правобережной и центральной частей водохранилища. На мелководьях плесовых расширений и подтоплен-

ных заливах скорости стокового течения минимальны, а при сильных ветрах здесь образуются вихри течений циклональной и антициклональной направленности. Также в результате неравномерной работы гидроузлов на акватории водохранилища могут возникать прямые и обратные волны попусков, которые приводят к размыву ложа и снижению темпов осадконакопления в плесах, приближенных к плотине [Чигиринский, 1962; Законнов, 2016; Законнов и др., 2018; Законнов и др., 2019]. Сочетание всех этих видов течений обуславливает богатое разнообразие типов донных отложений и определяет их пространственно-временное распределение в водохранилище.

В Черемшанском заливе поля ветровых течений представляют собой противоположно направленные и сильно изогнутые потоки воды. На рис. 3 показаны модельные расчеты траекторий течений в мелководном Черемшанском

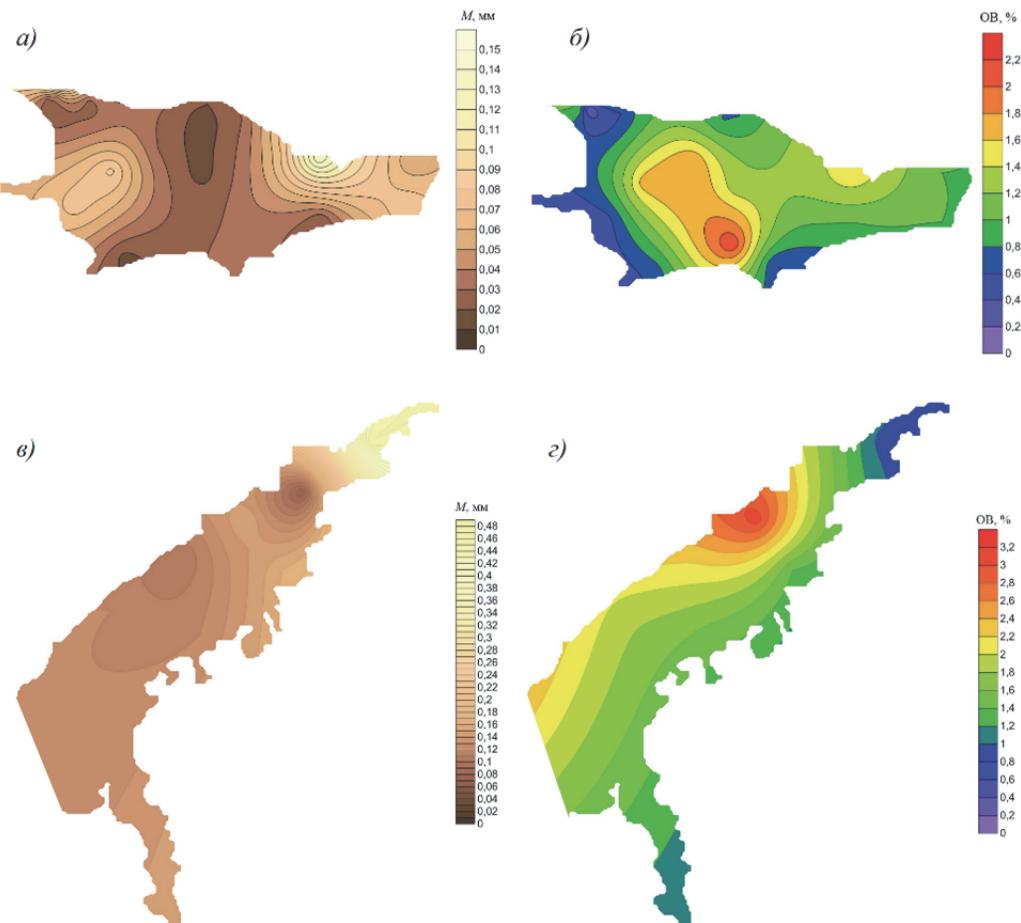


**Рис. 3.** Динамика стоковых и дрейфовых течений при юго-западном ветре – а и в штилевых условиях – б  
**Fig. 3.** Dynamics of runoff and drift currents with a southwesterly wind – a and in calm conditions – б

**Таблица.** Диапазоны изменений параметров интегральных кривых гранулометрического состава донных отложений и содержания органического вещества в пробах

**Table.** Ranges of variation of parameters of integral curves of the particle size distribution of bottom sediments and the content of organic matter in the samples

	Акватория	
	Приплотинный пles	Черемшанский залив
$M_{50\%}$ , мм	0,011–0,15 илы – крупная пыль	0,07–0,47 крупная пыль – средние пески
$M_{25\%}$ , мм	0,004–0,059 мелкие илы – крупные илы	0,018–0,20 крупная пыль – мелкие пески
$M_{75\%}$ , мм	0,04–0,25 мелкая пыль – средние пески	0,17–0,70 мелкие пески – крупные пески
$D$ , мм	0,034–0,24	0,15–0,50
$OB$ , %	0,20–2,20	0,92–3,10



**Рис. 4.** Пространственное распределение медианного значения крупности донных отложений  $M_{50\%}$ , мм  
(Приплотинный плес – а и Черемшанский залив – в)

и содержания органического вещества, % (Приплотинный плес – б и Черемшанский залив – г)

**Fig. 4.** Spatial distribution the median value of the size of bottom sediments  $M50\%$ , mm

(Near-dam ples – a and Cheremshansky Bay – v)

and the content of organic matter, % (Near-dam ples – б and Cheremshansky Bay – г)

заливе и Приплотинном плесе при доминирующем юго-западном ветре и штилевых условиях. При юго-западном ветре потоки воды в Черемшанском заливе разбиваются на два крупномасштабных вихря циклональной направленности и мелкие ветровые образования циклональной и антициклональной направленности. Наибольшие орбитальные скорости в крупномасштабных вихрях в этом районе достигают 0,07–0,12 м/с, в вихрях меньших размеров – 0,01–0,04 м/с. В случае отсутствия ветра скорость стокового течения р. Черемшан в пределах залива существенно ниже, чем в плесах водохранилища и составляет 0,001–0,003 м/с.

В Приплотинном плесе циркуляция течений возникает только при южном ветре в левобережной и правобережной мелководных зонах. Наибольшие скорости стокового течения (выше 0,2 м/с) отмечаются в сужении акватории верхней части плеса и перед плотиной вдоль правого берега. Орбитальные скорости циклональной циркуляции в Приплотинном плесе достигают 0,02–0,05 м/с.

Анализ распределения различных характеристик донных отложений Приплотинного плеса и Черемшанского залива Куйбышевского водохранилища проведенный в соответствии с картой батиметрии водоема и учетом формирования структуры полей течений показал следующее (рис. 4). Наиболее крупные фракции в составе донных отложений Приплотинного плеса находятся на северо-востоке акватории, подстилающая поверхность водосборной территории, которой представлена песками и легкими суглинками. Тонкодисперсные фракции, перенесенные стоковыми и ветровыми течениями, приходятся на наиболее глубоководную центральную часть акватории плеса. Донные отложения с наибольшей долей органических веществ в своем составе находятся в центральной, а максимальной – в южной глубоководной части акватории у правого берега.

При этом крайне показательно распределение крупности донных отложений в верхнем течении Черемшанского залива. Теряя транспортирующий потенциал и попадая в застойные

воды подпора с замедленным водообменом, воды р. Черемшанки последовательно осаждают переносимые наносы вдоль по остаточному течению речного потока. Крупность донных отложений уменьшается в пределах 15 км более, чем в 10 раз. В целом по акватории залива крупность донных отложений достаточно однородна и изменяется в пределах 0,1–0,15 мм.

Распределение органического вещества в составе донных отложений также структурировано в соответствии типом подстилающей поверхности. Верхнее течение залива, куда поступают воды р. Черемшан из залесенной части водосбора, характеризуется незначительной долей органики. Тогда как правый берег залива, характеризующийся сельскохозяйственной освоенностью водосборной площади, определяет наибольшее для рассматриваемой акватории значение вклада органического вещества.

Таким образом, по всем показателям гранулометрической кривой (таблица, рис. 4) крупность донных отложений в Черемшанском заливе существенно больше, чем в Приплотинном плесе. Одна из причин этого состоит в том, что частный водосбор Приплотинного плеса характеризуется тонкозернистыми продуктами эрозии водосборной части со стороны Жигулевских гор, представленных известняками и доломитами. Тогда как верхняя часть частного водосбора Черемшанского залива значительно залесена, нижняя часть сложена тяжелыми и средними суглинками и донные отложения залива сформированы коренными породами и продуктами русловой эрозии р. Черемшанки. Другая причина – это формирование на мелководье залива вихревых течений разной направленности, которые перераспределяют донные осадки внутри залива и способствуют вымыванию части мелкодисперсной фракции в глубоководную зону водохранилища.

Также, согласно таблице, в Черемшанском заливе в несколько раз выше содержание органического вещества в пробах. Последнее обусловлено лучшим прогреванием акватории мелководного залива и замедленным водообменом. Также на частном водосборе Черемшанского залива расположены предприятия, специализирующиеся на разведении крупного рогатого скота [Поздняков и др., 2020] и, как следствие, формирующих биогенную нагрузку на акваторию залива. Все это является благоприятными условиями для активного продуцирования макрофитов и различных планктонных сообществ в отличие от глубоководного и гидродинамически активного плеса.

## ВЫВОДЫ

В результате сравнительного анализа донных отложений разных по гидродинамическим и морфометрическим характеристикам частей

акватории Куйбышевского водохранилища установлено, что все значения параметров интегральной кривой гранулометрического состава и содержания органического вещества в донных отложениях выше в Черемшанском заливе, чем в Приплотинном плесе. Это определяется скоростью и направленностью течений в исследуемых акваториях, типами подстилающей поверхности их частных водосборов и антропогенной деятельностью, осуществляющейся в пределах водосборного бассейна. Хорошо прогреваемая обширная мелководная акватория залива создает благоприятные условия для массового развития планктонного сообщества, его отмирание и осаждение в виде детрита на дно. Тогда как большие глубины и активная гидродинамика водных масс Приплотинного плеса определяют меньшее содержание органического вещества в составе донных отложений. Наибольшее количество детрита выносится течением из мелководных зон и оседает в глубоководной центральной и правобережной части плеса.

Также особенности формирования твердого стока на частных водосборах плеса и залива определили разницу гранулометрического состава донных отложений. Залесенная верхняя часть частного водосбора Черемшанского залива и сложноразмыываемые породы прибрежных территорий обусловила формирование донных отложений (в виде мелких и средних песков) коренными породами и продуктами русловой эрозии верхних и средних звеньев гидрографической сети р. Черемшанка. Тогда как тонкодисперсные продукты почвенной эрозии частного водосбора плеса сформировали донные отложения, представленные преимущественно пылевато-илистыми фракциями.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бамбуров И.С., Беспалый В.Г., Викулов А.И., Выхристюк Л.А., Выхристюк М.М., Зубенко Ф.С., Леонтьева Е.В., Попова Т.А., Селезнев В.А., Семенова Н.Н., Тюрина В.А. Динамика ландшафтov в зоне влияния Куйбышевского водохранилища. СПб: Наука, 1991. 224 с.
- Баранов И.В. Содержание гумуса, азота и фосфора в грунтах Куйбышевского водохранилища // Тр. Татар. отд. ГосНИИОРХ. Казань, 1964. Вып. 10. С. 48–53.
- Выхристюк Л.А., Варламова О.Е. Донные отложения и их роль в экосистеме Куйбышевского водохранилища. Самара, 2003. 174 с.
- Законнов В.В. Илонакопление в системе водохранилищ Волжского каскада // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2016. № 75 (78). С. 30–40.
- Законнов В.В., Законнова А.В., Цветков А.И., Шерышева Н.Г. Гидродинамические процессы и их роль в формировании донных осадков водохранилищ Волжско-Камского каскада // Тр. Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина

- Российской академии наук. 2018. Вып. 81 (84). С. 35–46.
6. Законнов В.В., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р., Законнова А.В., Маланин В.В., Марасов А.А. Пространственно-временная трансформация грунтового комплекса водохранилищ Волги. Сообщение 6. Донные отложения Куйбышевского водохранилища и их картирование с использованием геоинформационных технологий // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 2. С. 72–89.
  7. Информационная система «Почвенно-географическая база данных России» – URL: <https://soil-db.ru/map?lat=54.7658&lng=54.3823&zoom=7&legend=breeds&feature=12872> (27.05.2022)
  8. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть I. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках (3-е издание, переработанное и дополненное). Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 92 с.
  9. Поздняков Ш.Р., Шагидуллин Р.Р., Кондратьев С.А., Брюханов А.Ю., Шмакова М.В., Обломкова Н.С., Горшкова А.Т., Иванов Д.В., Горбунова Ю.В., Урбанова О.Н., Бортникова Н.В. Инвентаризация источников внешней антропогенной нагрузки на Куйбышевское водохранилище // Труды Ка-
  - рельского научного центра Российской академии наук. 2020. № 4. С. 125–138.
  10. Рахуба А.В., Шмакова М.В., Кондратьев С.А. Численное моделирование массопереноса в проточном водоеме // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2021. Т. 14. № 2. С. 89–97.
  11. Рахуба А.В., Турутина Т.В., Шмакова М.В. Донные отложения Приплотинного пlesа Куйбышевского водохранилища (по данным экспедиционных исследований 2020 г.) // Географический вестник. 2021. № 3 (58). С. 107–115.
  12. Ступишин А.В., Трофимов А.М., Широков В.М. Географические особенности формирования берегов и ложа Куйбышевского водохранилища. Казань, 1981. 184 с.
  13. Широков В.М. Формирование современных донных отложений в Куйбышевском водохранилище // Сборник работ Комсомольской гидрометеорологической обсерватории. Тольятти. 1965. Вып. 6. 19 с.
  14. Чигиринский П.Ф. Распределение длинных волн на Куйбышевском водохранилище и их взаимосвязь с течением. Первое научно-техническое совещание по вопросам изучения Куйбышевского водохранилища. Ставрополь-на-Волге, 1962. С. 220–229.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF BOTTOM SEDIMENTS OF THE CHEREMSHANSKY BAY AND THE DAMMED PLES OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR

© 2022 A.V. Rakhuba<sup>1</sup>, T.V. Turutina<sup>2</sup>, M.V. Shmakova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of Samara Federal Research Scientific Center RAS, Samara, Russia

<sup>2</sup> State Hydrology Institute, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Institute of Limnology RAS – Separate Structural Subdivision of St. Petersburg Federal Research Scientific Center RAS, St. Petersburg, Russia

Different types of underlying surface of Kuibyshev reservoir watershed, morphometric heterogeneity and active hydrodynamic regime of water area determine also different composition of bottom sediments and content of organic matter in different parts of this water body. Comparative analysis of integral curves of particle-size composition of bottom sediments of Priplotinny ples and Cheremshanskiy bay showed a significant difference in the parameters of these curves. The analysis is based on the soil maps of the catchment area, bathymetric maps, the distribution field of the bottom sediments coarseness and the share of organic matter in them, as well as the velocity fields obtained as a result of hydrodynamic modeling of the water area. Comparable water areas differ fundamentally in the intensity of water exchange. Priplotinny ples is more hydrodynamically active water area, whereas Cheremshansky bay is characterized by extremely slow water exchange. At the same time, the private catchment of the tribe is represented by easily eroded light loams, dolomites and limestones. While the upper part of the private catchment area of the bay is heavily forested, and the lower part of the catchment area is composed of medium and heavy loams. All this determined the formation of bottom sediments (in the form of fine and medium sands) by bedrock and products of channel erosion of the upper and middle sections of the hydrographic network of the Cheremshanka River. Whereas fine-dispersed products of soil erosion in the private watershed of the tribe formed the bottom sediments, represented mainly by silt-silt fractions. Also well warmed extensive shallow water area of the bay creates favorable conditions for mass development of plankton community, its die-off and sedimentation in the form of detritus to the bottom. Whereas greater depth and active hydrodynamics of water masses in the Priplotinny ples determine lower content of organic matter in bottom sediments. The greatest amount of detritus is carried by current from shallow water zones and is deposited in the deep central and right bank part of the tribe.

**Keywords:** reservoir, soil, sediment, grain size distribution, water collection, water exchange.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-5-51-59

## REFERENCES

1. *Bamburov I.S., Bespalyj V.G., Vikulov A.I., Vyhristyuk L.A., Vyhristyuk M.M., Zubenko F.S., Leont'eva E.V., Popova T.A., Seleznev V.A., Semenova N.N., Tyurina V.A.* Dinamika landshaftov v zone vliyaniya Kujbyshevskogo vodohranilishcha [Landscape dynamics in the impact zone of the Kuibyshev reservoir]. SPb: Nauka, 1991. 224 p.
2. *Baranov I.V.* Soderzhanie gumusa, azota i fosfora v gruntah Kujbyshevskogo vodohranilishcha [Humus, nitrogen and phosphorus content in soils of Kuibyshev reservoir]. Tr. Tatar. otd. GosNIIORH [Proc. Tatar Branch of GosNIIORKh]. Kazan', 1964. Vol. 10. P. 48–53.
3. *Vyhristyuk L.A., Varlamova O.E.* Donnye otlozheniya i ih rol' v ekosisteme Kujbyshevskogo vodohranilishcha [Bottom sediments and their role in the ecosystem of the Kuibyshev reservoir]. Samara, 2003. 174 p.
4. *Zakonnov V.V.* Ilonakoplenievsistemevodohranilishch Volzhskogo kaskada [Silt accumulation in the system of reservoirs of the Volga cascade]. Trudy Instituta biologii vnutrennih vod im. I.D. Papanina RAN [Proceedings of the I.D. Papanin Institute of Inland Water Biology of the Russian Academy of Sciences]. 2016. № 75 (78). P. 30–40.
5. *Zakonnov V.V., Zakonnova A.V., Cvetkov A.I., SHerysheva N.G.* Gidrodinamicheskie processy i ih rol' v formirovaniy donnyh osadkov vodohranilishch Volzhsko-Kamskogo kaskada [Hydrodynamic processes and their role in formation of bottom sediments in reservoirs of the Volga-Kama cascade]. Tr. Instituta biologii vnutrennih vod im. I.D. Papanina Rossijskoj akademii nauk [Proc. Institute of Inland Waters Biology named after I.D. Papanin of the Russian Academy of Sciences]. 2018. Vyp. 81 (84). P. 35–46.
6. *Zakonnov V.V., Ivanov D.V., Hasanov R.R., Zakonnova A.V., Malanin V.V., Marasov A.A.* Prostranstvenno-vremennaya transformaciya gruntovogo kompleksa vodohranilishch Volgi. Soobshchenie 6. Donnye otlozheniya Kujbyshevskogo vodohranilishcha i ih kartirovanie s ispol'zovaniem geoinformacionnyh tekhnologij [Message 6. Bottom sediments of Kuibyshev reservoir and their mapping using geoinformation technologies]. Vodnoe hozyajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie [Russian Water Management: problems, technologies, management]. 2019. No 2. P. 72–89.
7. Informacionnaya sistema «Pochvenno-geograficheskaya baza dannyh Rossii» [Information system «Soil and Geographic Database of Russia】 URL: <https://soil-db.ru/map?lat=54.7658&lng=54.3823&zoom=7&legend=breeds&feature=12872> (accessed: 27.05.2022).
8. Nastavlenie gidrometeorologicheskim stanciyam i postam. Vypusk 6. CHast I. Gidrologicheskie nablyudenija i raboty na bol'shih i srednih rekah (3-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe) [Guide to hydrometeorological stations and posts. Issue 6. Part I. Hydrological observations and work on large and medium rivers (3rd edition, revised and enlarged)]. L.: Gidrometeoizdat, 1989. 92 p.
9. *Pozdnyakov S.H.R., Shagidullin R.R., Kondrat'ev S.A., Bryuhanov A.YU., SHmakova M.V., Oblomkova N.S., Gorshkova A.T., Ivanov D.V., Gorbunova Y.U., Urbanova O.N., Bortnikova N.V.* Inventarizaciya istochnikov vneshej antropogennoj nagruzki na Kujbyshevskoe vodohranilishche [Inventory of sources of external anthropogenic load on the Kuibyshev reservoir]. Trudy Karel'skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk [Proceedings of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences]. 2020. No 4. P. 125–138.
10. *Rakhuba A.V., Shmakova M.V., Kondratiev S.A.* Chislennoe modelirovaniye massoperenosov v protochnom vodohranilishe [Numerical modeling of mass transfer in a flowing reservoir]. Fundamental and applied hydrophysics. 2021. Vol. 14. No. 2. P. 89–97.
11. *Rahuba A.V., Turutina T.V., SHmakova M.V.* Donnye otlozheniya Priplotinnogo plesa Kujbyshevskogo vodohranilishcha (po dannym ekspedicionnyh issledovanij 2020 g.) [Bottom sediments of the Pryplotnoye reach of the Kuibyshev reservoir (based on expedition surveys in 2020)]. Geograficheskij vestnik [Geographic Bulletin]. 2021. No 3 (58). P. 107–115.
12. *Stupishin A.V., Trofimov A.M., SHirokov V.M.* Geograficheskie osobennosti formirovaniya beregov i lozha Kujbyshevskogo vodohranilishcha [Geographical features of the formation of the banks and the bed of the Kuibyshev reservoir]. Kazan', 1981. 184 p.
13. *Shirokov V. M.* Formirovaniye sovremennoy donnyh otlozhenij v Kujbyshevskom vodohranilishche [Formation of Modern Bottom Sediments in Kuibyshev Reservoir]. Sbornik rabot Komsomolskogo hidrometeorologicheskogo observatorii [Proceedings of the Komsomolsk Hydrometeorological Observatory]. Tol'yatti. 1965. Vol. 6. 19 p.
14. *Chigirinskij P.F.* Raspredelenie dlinnih voln na Kujbyshevskom vodohranilishche i ih vzaimosvyaz' s techeniem [Distribution of long waves in the Kuibyshev reservoir and their relationship with the current]. Pervoe nauchno-tehnicheskoe soveshchanie po voprosam izuchenija Kujbyshevskogo vodohranilishcha [The first scientific and technical meeting on the study of the Kuibyshev reservoir]. Stavropol'-na-Volge, 1962. P. 220–229.

Alexander Rakhuba, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of the Laboratory for Monitoring Water Bodies. E-mail: rahavum@mail.ru

Tatyana Turutina, Researcher, Head of the Sediment and Erosion Laboratory. E-mail: turutina.tatyana@yandex.ru

Marina Shmakova, Doctor of Science in Geography, Leading Researcher. E-mail: m-shmakova@yandex.ru