

жидкостью на основе бентонитовой глины для предварительной очистки поверхности обеспечивает, в конечном счете, повышение скорости ЛР в среднем на 10–20 %.

УДК 627.8-1

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ЗОН ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ЗЕМЛЕСОСНОГО СНАРЯДА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА СУДОХОДНЫХ РЕКАХ БЕЛАРУСИ

Афанасьев А.П., Шаталов И.М., Щербакова М.К.,

Калиновский И.В., Максимович А.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

В Республике Беларусь на больших и средних водотоках постоянно проводятся дноуглубительные работы с целью организации бесперебойного движения водного транспорта и работы по добыче сыпучих строительных материалов. Вышеуказанные работы связаны с постоянной эксплуатацией землесосных снарядов. При их работе происходит интенсивное взвешивание частиц грунта, слагающих русло водотока. Далее взвешенные частицы переносятся потоком воды вниз по течению водотока, оказывая вредное воздействие на объекты животного мира и среду их обитания. За гибель ихтиофауны, снижение ее численности и продуктивности при утрате или нарушении среды обитания, вследствие проведения дноуглубительных работ на водных объектах, предусмотрены компенсационные выплаты в соответствии с «Положением о порядке определения размеров компенсационных выплат и их осуществлении».

Основная часть

С этой целью был выполнен анализ современной научно-технической литературы по вопросам транспортирующей способности взвесенесущих потоков и разработаны на ГЭС ВТГ БНТУ три методики расчета расстояний выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ с безвозвратной выемкой грунта на водотоках Республики Беларусь. Все три методики могут использоваться в инженерных расчетах размеров зон вредного воздействия. Причём выбор той или иной методики зависит от вида водотока и его основных геометрических и гидродинамических параметров, наличия достоверных исходных данных, гранулометрического состава взвеси, климатических факторов и т.д.

Для поддержания необходимых судоходных глубин на внутренних водных путях ежегодно выполняется большой объем дноуглубительных работ,

в процессе которых оказывается воздействие на окружающую среду (ОС). В дельтах рек по сравнению вышерасположенными участками гидрологический режим, русловые процессы, а также условия миграции и концентрации загрязняющих веществ существенно отличаются. Если на вышерасположенных участках рек преобладают повышенные скорости течения, песчаные осадки, вынос мелких фракций взвесей и загрязняющих веществ, то в дельтах за счет снижения скорости течения происходит осаждение мелких фракций взвесей, образование илистых осадков и аккумуляция в них загрязнений. Процессы трансформации гидрологического режима и русловых процессов под влиянием дноуглубительных работ в руслах свободных рек хорошо изучены [1-2], а углубление русла в песчаных осадках не вызывает существенного загрязнения водного объекта. В дельтах рек при углублении русла, сложенного илистыми осадками, наряду с переформированием гидрологического режима и русловых процессов существенное значение приобретает загрязнение практически всех компонентов водного объекта: воды, взвеси, донных отложений, гидробионтов. Поэтому при выполнении дноуглубительных работ в дельтах судоходных рек актуальными являются комплексная оценка современной экологической ситуации, выявление основных факторов воздействия на ОС и оценка их влияния на водные объекты, определение экологически допустимых параметров углубления и расширения русел рек [3].

Общеизвестно, что взвешенные частицы образуются как естественным путем – в весенний период и при дождевых паводках, так и от разнообразных антропогенных факторов – при строительстве мостов, прокладке нефте- и газопроводов, забивке свай, устройстве дамб, проведении дноуглубительных работ. Во всех случаях образуются зоны повышенной мутности как кратковременные, так и длительнопериодичные, иногда постоянные. При этом взвеси различаются по концентрации, структуре взвешенных частиц, длительности осаждения и степени негативного влияния на живые организмы, хотя общий характер их воздействий однотипен [4].

Было произведено исследование пространственно-трехмерной модели транспорта и осаждения взвеси в прибрежной зоне с учетом изменения рельефа дна. Модель учитывает следующие процессы: адвективный перенос, обусловленный движением водной среды, микротурбулентную диффузию и гравитационное осаждение частиц взвеси, а также изменение геометрии дна, вызванное осаждением частиц взвеси или подъемом частиц донных отложений. Данная модель может представлять ценность при прогнозе распространения загрязнений и изменения рельефа дна, как при антропогенном воздействии, так и в силу естественно протекающих природных процессов в прибрежной зоне [1-2].

В последнее время зачастую предлагается применение численных моделей для оценки изменений гидродинамики, транспорта и морфологии донных отложений и связанных с ними внутриводных сред обитания в различных масштабах. Например, численные гидродинамические модели могут применяться в качестве инструментов для оценки, разработки сценариев и

определения среднесрочных и долгосрочных последствий дноуглубительных работ и осаждения материалов. На основе результатов предлагаемой стратегии мониторинга и моделирования можно оценить осуществление и экологические последствия дноуглубительных работ и последующего сброса, а также определить параметры, позволяющие оценить временную и пространственную изменчивость процессов в рамках экологически ориентированной концепции комплексного управления дноуглубительными работами во внутренних портах и связанными с ними сбросами наносов в крупных реках [5-7].

Методика №1 является основной расчетной методикой и была разработана на основе теории турбулентного массопереноса и турбулентной диффузии [8]. Преимущество методики №1 заключается в том, что она учитывает основные геометрические и гидродинамические параметры самого русла водотока (его геометрические размеры, относительную шероховатость дна и стенок русла, скорость движения потока воды, среднюю глубину воды, гранулометрический состав взвеси и ее гидравлическую крупность и т. д.). В случае невозможности применения в инженерных расчетах методики №1 следует обратиться к методикам №2 и №3.

Методика № 2 была разработана на основе эмпирической теории движения наносов [9] и позволяет определить расстояние, на котором произвольно взятая частица падает на дно, если известна ее гидравлическая крупность и мутность по глубине потока.

Эта методика дает, как правило, ориентировочные и зачастую существенно завышенные значения расстояний выпадения на дно взвешенных частиц, так как она не учитывает основные геометрические и гидродинамические параметры самого русла, которое существенно стесняет поток и меняет гидродинамику взвесенесущей среды. Эту методику необходимо использовать лишь при невозможности использования методики №1 и при отсутствии достоверных данных или наличии ограниченных данных по водотоку в месте проведения дноуглубительных работ с безвозвратной выемкой грунта.

Методика № 3 была разработана на основе теории расчета гравитационных отстойников с использованием осреднённых параметров взвесенесущих потоков [10] и проста в использовании, но дает приблизительные значения расстояний выпадения взвешенных частиц, которые, в принципе, хорошо коррелируют с данными расчета по основной методике №1. Эта методика может быть использована в качестве основной для расчетов размеров зон вредного влияния, в случае невозможности использования методики №1.

Ниже приведены некоторые результаты расчетов по определению расстояний выпадения на дно взвешенных частиц при работе землесосного снаряда на реке Сож Республики Беларусь, а также зон вредного влияния землесосного снаряда, разработанные для ОАО «Белсудопроект».

Схемы зон вредного воздействия и результатов расчетов приведены на рисунках 1-6.

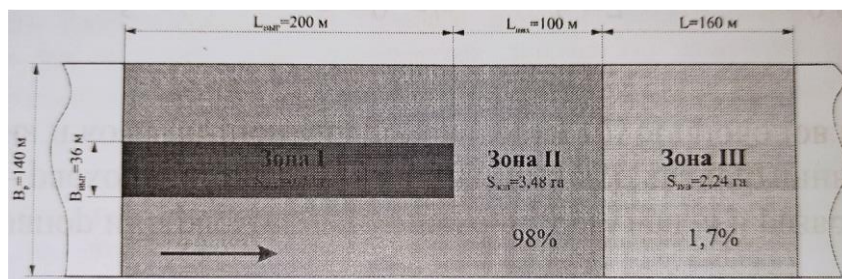


Рисунок 1 – Зоны вредного воздействия на перекате «Никольский – 3» прорезь №1

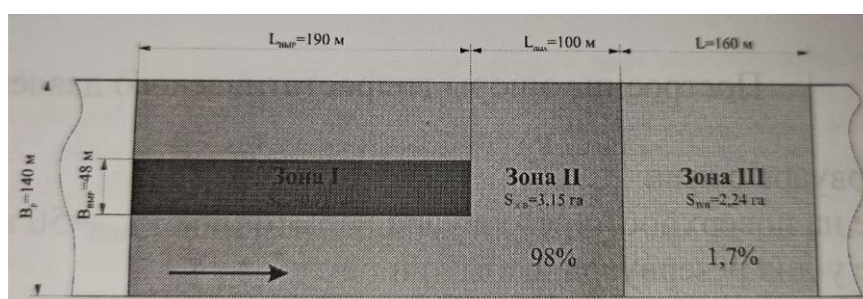


Рисунок 2 – Зоны вредного воздействия на перекате «Никольский – 3» прорезь №2

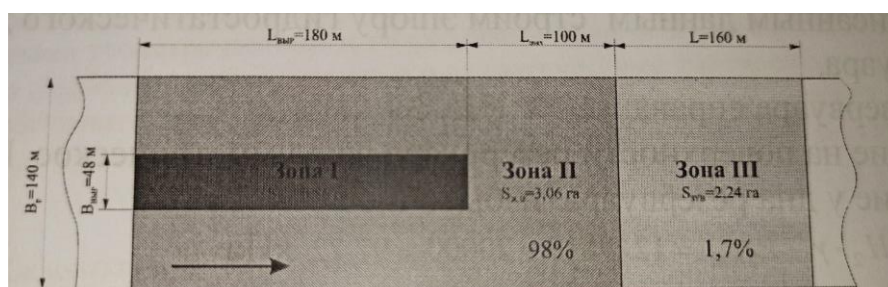


Рисунок 3 – Зоны вредного воздействия на перекате «Никольский – 3» прорезь №3

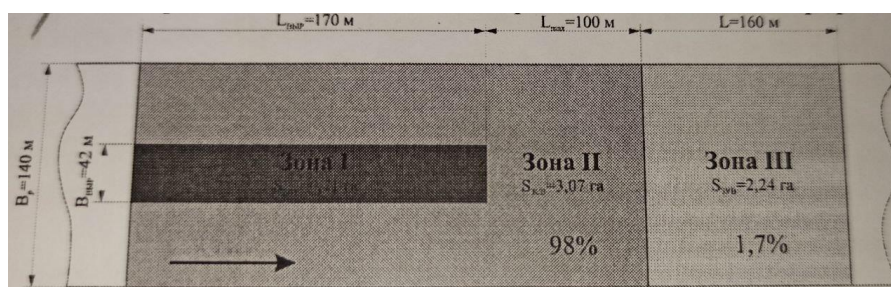


Рисунок 4 – Зоны вредного воздействия на перекате «Скиток – 1» прорезь №1

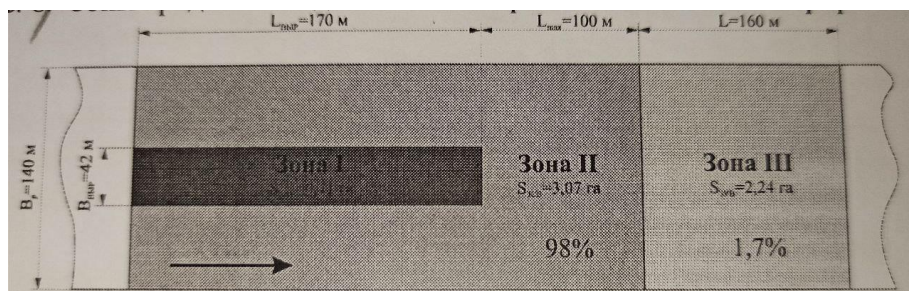


Рисунок 5 – Зоны вредного воздействия на перекате «Скиток – 1» прорезь №2

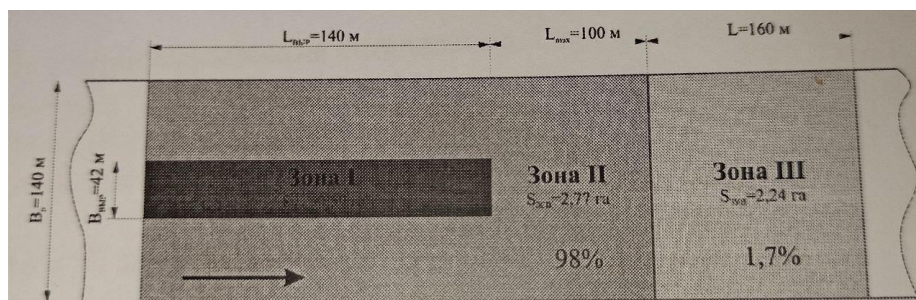


Рисунок 6 – Зоны вредного воздействия на перекате «Скиток – 1» прорезь №3

Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы: методика №1, разработанная на основе теории турбулентного массопереноса и турбулентной диффузии, позволяет с достаточной точностью определить графоаналитическим методом искомые расстояния и размеры зон вредного воздействия. Однако эта методика дает достоверные данные по значениям расстояний выпадения взвешенных частиц лишь при относительной гидравлической крупности в пределах $w_r = 0,1 \div 5$.

Методика №2, разработанная на основе эмпирической теории движения наносов, учитывает основные параметры взвешивающего паточка такие, как мутность потока по его глубине, средняя скорость движения взвесенесущего потока, размеры и количество наносов и т.д. Главным недостатком данной методики является то, что она не учитывает влияние самого русла (его геометрических и гидродинамических характеристик) на взвесенесущий поток и дает значительное завышение расстояний выпадения на дно взвешенных частиц.

Методика №3, разработанная на основе теории расчета гравитационных отстойников, дает возможность разработать сокращенную методику определения расстояний выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ с безвозвратной выемкой грунта. Следует отметить, что все три разработанных методики могут быть использованы при расчете размеров зон вредного воздействия. Основной методикой является методика №1. В случае невозможности ее применения используется методика №3. Для предварительной оценки зон вредного воздействия можно использовать методику №2. Очередность использования методик должна быть обязательно

согласована с типом водотока, его основными геометрическими и гидродинамическими параметрами, с гранулометрическим составом взвеси и его гидравлической крупностью и климатическими факторами.

Расчетные методики были использованы при определении расстояний выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ на реках Березина и Сож, Днепр и Неман.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сухинов А.И., Сидорякина В.В. Построение и исследование корректности математической модели транспорта и осаждения взвесей с учетом измерения рельефа дна // Вестник Донского государственного технического университета. – 2018. – Т. 18. – №. 4.
2. Лещев А.В. Влияние судоходного канала порта архангельск на перенос взвешенных веществ в зоне смещения «река–море» устья реки Северной Двины // Проблемы региональной экологии. – 2018. – №. 2.
3. Хорванский А.Д., Латун В.В., Хорошев О.А., Денисов В.И. Оценка воздействия на окружающую среду углубления и расширения судоходных каналов в дельтах рек // Естественные науки. – 2018. – №. 1.
4. Зиновьев Е.А., Китаев А.Б. О воздействии взвешенных частиц на гидрофауну // Полезные ископаемые – 2015. – Т. 17. – №. 5.
5. Haimann M. et al. Monitoting and modelling concept for ecological optimized harbor dredging and fine sediment disposal in large rivers // Hydrobiologia. – 2018. – Т. 814. – №. 1. – С. 89-107.
6. Vogt C., Peck E., Hartman G. Dredging for Navigation, for Environmental Cleanup, and for Sand/Aggregates // Handbook on Marine Environment Protection. – Springer, Cham, 2018. – С.189-213.

УДК: 532.543

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ВОЛНЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПО СУХОМУ РУСЛУ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ ПРИ ПРИЗМАТИЧЕСКОМ ПРОРЫВЕ ПЛОТИНЫ

Стриганова М.Ю., Шаталов И.М., Щербакова М.К.,

Максимович А.В., Калиновский И.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Причинами разрушения грунтовых плотин являются – сейсмические воздействия; фильтрация воды через тело плотины, перелив воды через гребень плотины; аварийное её состояние; неэффективная работа дренажа и др.