

4. **Tsuberbiller E.A.** Agroklimaticheskaya harakteristika suhoveev. – L.: Gidrometeoizdat, 1959. – 169 s.

5. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. / Kn. 1. Klimaticheskie i gidrologicheskie usloviya. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 195 s.

6. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. / Kn. 2. Geologicheskie i gidrogeologicheskie usloviya. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 195 s.

7. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. / Kn. 3. Pochvennye usloviya. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 327 s.

8. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. / Kn. 4. Prirodno-selskokozyajstvennoe rajonirovanie i meliorativnaya otsenka zemfonda. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 125 s.

9. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. / Kn. 5. Ispolzovanie

poverhnostnogo stoka. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 165 s.

10. **Berkalo V.Ya.** Pokazateli vlagoobespechennosti i rezhimy orosheniya trav v vysokogorjah Kirgizii. – Frunze: 1966. – 178 s.

11. Grop water requirements. Irrigation and Drainage paper № 24. FAO. Rome. 1975.

The material was received at the editorial office  
09.09.2020

#### Information about the author

**Isaev Andrej Sergeevich**, senior lecturer, department of land reclamation and recultivation, FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev, Institute of land reclamation, water management and building named after A.N. Kostyakov; 127550, Moscow, Pryanishnikovaul., 19; e-mail: andisrgau@mail.ru

УДК 502/504:631.4:627.51

DOI 10.26897/1997-6011/2020-4-77-83

**В.И. СМЕТАНИН, И.М. ЖОГИН**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

## К ВОПРОСУ ЗАЩИТЫ ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ОТ ПАВОДКОВЫХ НАВОДНЕНИЙ

*Ежегодные наводнения на территории Российской Федерации наносят громадный экономический и социальный ущерб и являются проблемой государственного масштаба. В статье представлены анализ типов наводнений и причины их возникновения. Рассмотрены способы предупреждения наводнений. Проанализированы современные методы инженерной защиты от наводнения территорий, расположенных в пойменных участках рек. Рассмотрены инженерные решения по защите пойменных и прирусловых территорий при помощи системы намывных дамб с многоуровневой схемой их расположения и возможностью пропуска паводковых вод в автоматическом режиме от первого уровня защитной дамбы к последующим. Предложенное решение позволяет предотвратить размыв дамбы в случае подъема паводковых вод выше отметки ее гребня. Авторами предлагается комплексный подход к защите пойменных и прирусловых территорий от паводковых наводнений с использованием средств гидромеханизации. Он включает в себя расчистку землесосными снарядами русла от донных отложений, увеличивая его пропускную способность и одновременный намыв из грунта донных отложений узкопрофильных дамб с использованием устройства для намыва, которое позволяет намывать устойчивые к волновому воздействию и фильтрации дамбы. Проведенные авторами лабораторные и полевые исследования подтвердили возможность использования донных отложений в качестве строительного материала для возведения узкопрофильных дамб намывным способом.*

*Защита пойменных земель, наводнения, паводки, защита от затопления, защитные сооружения, грунтовые дамбы, намыв грунта, русло реки, донные отложения, гранулометрический состав грунта, землесосный снаряд, пульпа.*

**Введение.** Наводнение – это опасное природное явление, которое возникает по причине подъема уровня воды в водных объектах и приводит к затоплению территорий.

Сила водной стихии способна нанести серьезный материальный ущерб различным отраслям экономики и здоровью человека, привести к ухудшению экологической обстановки на затопляемых территориях.

Существует несколько типов наводнений: весенние половодья, паводковые наводнения, заторы и зажоры, ветровой нагон воды и иные типы наводнений, возникающие в результате различных чрезвычайных ситуаций – таких, как прорыв плотин и дамб, землетрясение и др. Наводнения классифицируются также по степени наносимого ущерба: низкие, высокие, выдающиеся и катастрофические. Всегда считалось, что основной причиной ежегодных наводнений является весеннее половодье, сопровождающееся значительным повышением уровней паводковых вод, выходом их из меженного русла и затоплением поймы. Однако в настоящее время, в эпоху глобального изменения климата, ежегодные катастрофические затопления территорий происходят в основном ввиду паводковых наводнений, провоцируемых обильными и затяжными осадками.

К наиболее эффективным способам борьбы с наводнениями относят регулирование речного стока за счет строительства аккумулирующих водохранилищ и возведения ограждающих дамб, проведение дноуглубительных работ и ликвидацию ледовых заторов.

Регулирование речного стока на малых реках путем строительства водохранилищ не всегда бывает экономически целесообразным. Поэтому необходим комплекс менее затратных мероприятий, обеспечивающих защиту пойменных земель и прирусловых территорий от затопления.

**Материалы и методы.** В настоящее время существуют различные способы и приемы инженерной защиты территорий от паводковых наводнений. Применение тех или иных способов и приемов зависит от многих факторов.

В последнее время получают распространение средства противопаводковой инженерной защиты быстрого разворачивания в виде малого барьерного ограждения (рис. 1).

В качестве быстровозводимых конструкций применяются защитные экраны и блоки модульного типа. Модульные каркасные конструкции выполняются из различных материалов. Существуют конструкции таких модулей, каркас которых выполнен из ПВХ с формой сдерживающей поверхности, позволяющей распределить нагрузку и предотвратить опрокидывание модуля.

Кроме того, появились водоналивные рукавные противопаводковые дамбы – гибкие быстровозводимые водяные преграды, используемые для ограждения жизненно важных объектов от воздействия водных стихий.



Рис. 1. Средства противопаводковой инженерной защиты быстрого разворачивания

Водоналивная дамба выполняется в виде замкнутого рукава с внешней

оболочкой из синтетической ткани и двумя внутренними герметичными камерами

из многослойных полимерных пленок, оснащаются сливными отводами, муфтами соединения с заглушками для отдельного подключения насоса либо мотопомпы и дренажными отводами для слива воды. На оболочке предусмотрены стропы для фиксации наливных дамб на склоновых поверхностях и для крепления их тросами при высотной компоновке (рис. 2). Для транспортировки материал оболочных дамб сворачивают в рулон и упаковывают в деревянные ящики или тканевые чехлы.

Также для устройства противопаводковых быстровозводимых сооружений

применяют мешки и оболочки с сеяным песком или химическим наполнителем, который при контакте с водой мгновенно впитывает ее и увеличивается в объеме до 50 раз.

Перед началом возведения дамбы необходимо рассчитать потребность в строительных материалах и трудовых ресурсах, например: средний вес мешка составляет 15...18 кг; для возведения стены высотой 0,3 м и 3 м длиной потребуется 60 мешков с песком; для заполнения одного мешка песком в среднем требуется около 3-х мин.

Последовательность возведения дамбы приведена на рисунке 3.



Рис. 2. Виды водоналивных противопаводковых защитных дамб

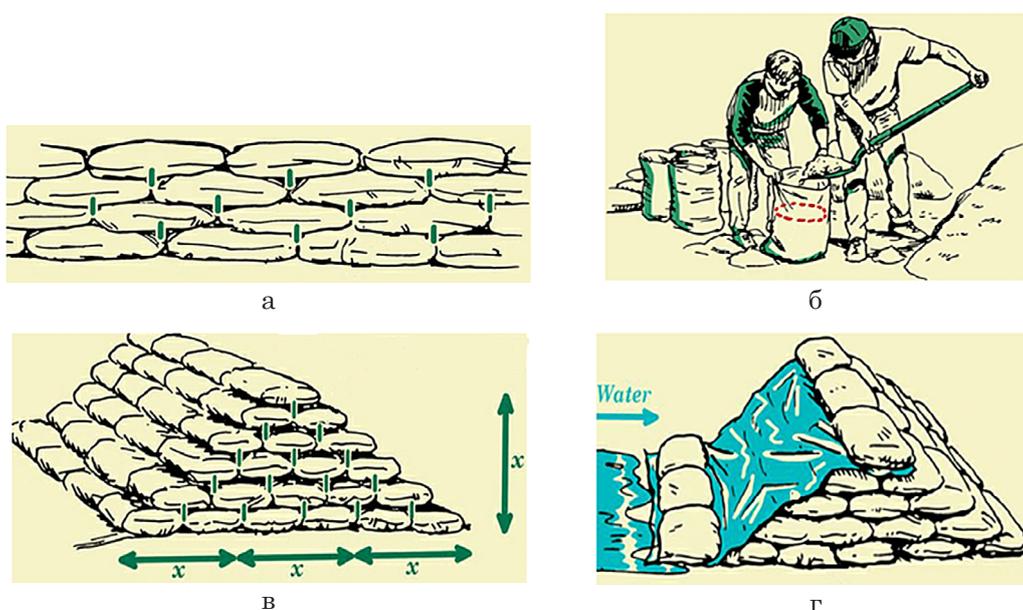


Рис. 3. Последовательность возведения дамбы:

- а – укладка мешков с перевязкой швов, как при кирпичной кладке;
- б – заполнение мешков сеяным песком;
- в – перевязка швов по длине, ширине и высоте строящейся дамбы;
- г – крепление откоса дамбы противоточным покрытием

Готовую дамбу со стороны наступления воды можно закрыть пластиковым покрытием, чтобы уменьшить ее водонепроницаемость. Покрытие должно лежать свободно – так давление потока воды не помешает пластику легко распределиться по откосу. Если же покрытие слишком натянуто, оно может лопнуть и потерять герметичность.

Перечисленные способы инженерной защиты территорий от наводнений являются временными быстровозводимыми сооружениями для защиты жизненно важных объектов от внезапно возникшей угрозы их затопления [1].

Для долгосрочной защиты территорий от затопления паводковыми водами заблаговременно возводят грунтовые дамбы. Существуют два основных способа возведения грунтовых дамб: механизированный и гидромеханизированный [2].

Механизированный способ возведения дамб предполагает разработку грунта в карьере, транспортирование его к месту укладки, послойную отсыпку и уплотнение. Грунт, используемый для возведения тела дамбы, должен соответствовать требованиям СНиП 2.06.05-84\* «Плотины из грунтовых материалов» [3].

Гидромеханизированный способ возведения защитных дамб является наиболее эффективным и отличается от механизированного тем, что разработка, транспортирование и укладка грунта в тело сооружения осуществляются при помощи воды и представляют собой единый технологический процесс. Грунт разрабатывается плавучими землесосными снарядами в русловой части водного объекта или обводненном карьере и по трубопроводам подается пульпой к месту укладки, где осуществляется возведение защитной дамбы намывным способом. Таким образом, отпадает потребность в организации карьерного хозяйства, технологических процессов возведения насыпного

гидротехнического сооружения и проведения работ по рекультивации карьера [4-6].

Гидромеханизированный способ имеет один существенный недостаток, заключающийся в том, что при намыве достаточно сложно обеспечить узкопрофильное очертание намываемому сооружению. Возведение защитных дамб распластанного профиля приводит к замыву грунтом защищаемых территорий [7].

**Результаты и обсуждения.** Для исключения вышеназванного недостатка предлагается научно обоснованная технология намыва узкопрофильных дамб для защиты территорий от затопления. Технология включает в себя разработку донных отложений землесосным снарядом и намыв грунта в тело дамбы при помощи распределительного устройства, расположенного непосредственно на карте намыва [8, 9].

Распределительное устройство обеспечивает разделение потока пульпы, отделяя из нижней его части крупные фракции, направляя их в распределительные пульпопроводы для рассредоточенного намыва боковых призм защитной дамбы, а оставшаяся часть потока пульпы, включающая в себя мелкие фракции и отсев, направляется далее по основному пульпопроводу для намыва средней части дамбы. Таким образом, профиль возведенного сооружения состоит из боковых призм, намывных из отсортированных крупных фракций, а центральная часть – из мелких фракций и отсева, что позволяет обеспечить фильтрационную надежность и устойчивость сооружения в целом.

Возведение противопаводковой дамбы как гидротехнического сооружения – это инструмент регуляции структуры речной системы, способствующей очистке русла от донных отложений, утилизации донных отложений при намыве дамбы и созданию противопаводковой системы. На рисунке 4 представлен процесс намыва дамбы с разработкой донных отложений землесосным снарядом.



Рис. 4. Рабочий этап возведения защитной дамбы с разработкой донных отложений землесосным снарядом

Конструкция устройства для намыва представляет собой два распределительных пульпопровода, расположенных параллельно основному и соединенных с ним через раструб, который расположен в нижней его части. Соединение основного пульпопровода с раструбом имеет защитную решетку,

обеспечивающую отделение из потока пульпы фракции, размер которых не превышает диаметр выпускных отверстий распределительных пульпопроводов и обеспечивает их защиту от засорения крупными каменистыми и другими включениями. На рисунке 5 представлена схема намывного устройства [10, 11].

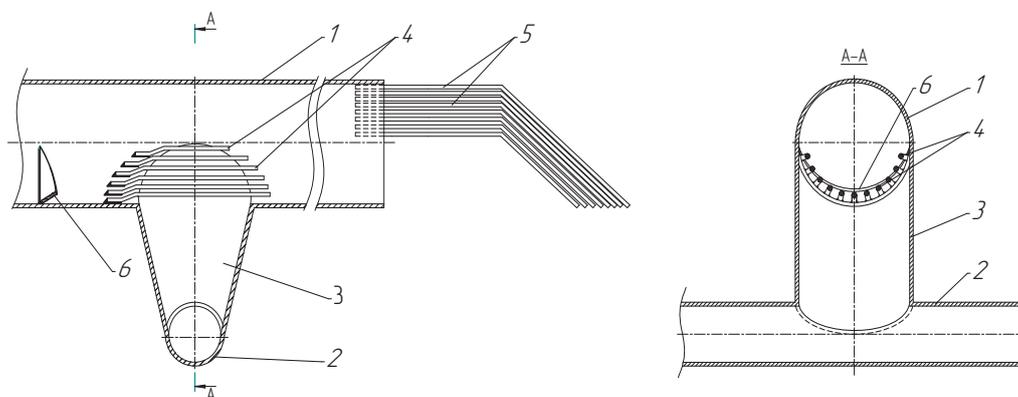


Рис. 5. Схема намывного устройства:

- 1 – основной пульпопровод; 2 – распределительный пульпопровод; 3 – раструб;  
4 – защитная решетка; 5 – гаситель; 6 – элемент серповидной формы

Спрогнозировать уровень паводковых наводнений и определить отметку гребня защитной дамбы на основе многолетних наблюдений бывает достаточно сложно. Решая задачу обоснования отметки гребня защитной дамбы с использованием биннома Ньютона, получаем как минимум три решения, одно из которых соответствует максимальному подъему уровня воды в реке. Система оградительных дамб с многоуровневой схемой их расположения позволит обеспечить надежную защиту земель в пойменных и прирусловых участках рек при подъеме паводковых уровней выше прогнозируемых. При этом отметка гребня дамбы первого уровня совпадает с отметкой основания дамбы последующего уровня и т.д. Система оградительных дамб имеет водопропускные устройства, позволяющие в случае подъема отметки паводкового уровня к отметке гребня дамбы первого уровня защиты открыть в автоматическом режиме проход паводковых вод в зону защиты последующего уровня оградительных дамб. Это позволит избежать размыва дамбы при переливе паводкового потока через ее гребень, а также в случае необходимости существенно выиграть время.

По мере схода паводковых вод при открытых водопропускных устройствах, расположенных в основании дамб, происходит постепенный сброс воды из зон затопления.

### Выводы

Возведение системы оградительных дамб с многоуровневой схемой их расположения обеспечивает защиту территории в случае подъема паводкового уровня выше максимально ожидаемого. Расчистка русел рек от донных отложений и использование их в качестве строительного материала дамб позволят улучшить пропускную способность рек и значительно снизить сроки и расходы на строительство дамб.

Предлагаемые в статье способ и устройство для намыва позволяют возводить намывные узкопрофильные дамбы с комбинированным обжатым профилем, обеспечивающим их фильтрационную и волновую устойчивость.

### Библиографический список

1. Министерство по чрезвычайным ситуациям. Официальный сайт [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru) (дата посещения: 05.09.2020).
2. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ: учебник. – М.: Агропромиздат, 1986. – 352 с.
3. Свод правил СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84 <http://docs.cntd.ru/document/1200095521>.
4. Юфин А.П. Гидромеханизация. – М.: Изд-во литературы по строительству. – 1965. – С. 290-384.

5. Мелентьев В.А., Колпашников Н.П., Волнин Б.А. Намывные гидротехнические сооружения (основы расчета и проектирования). – М.: Энергия, 1973. – С. 50-59.

6. Шкундин Б.М. Гидромеханизация в энергетическом строительстве. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – С. 116-139.

7. Меламут Д.Л. Гидромеханизация в мелиоративном и водохозяйственном строительстве. – М.: Стройиздат, 1981. – С. 18-39.

8. Способ намыва земляных сооружений: Пат. 2500853 РФ, МПК МПК E02B7/06, E0D2 17/18 / И.М. Жогин, В.И. Сметанин. Патентообладатель – ФГБОУ ВО МГУП; заявл.: 2012126853/13, 27.06.2012 г., опубл.: 10.12.2013 г. Бюл. № 34.

9. Способ намыва земляных сооружений: Пат. 2516339 РФ, МПК E02B7/06, E0D2 17/18 / И.М. Жогин, В.И. Сметанин. Патентообладатель – ФГБОУ ВО МГУП, 2012157664/13; заявл. 28.12.2012 г.; опубл.: 20.05.2014 г. Бюл. № 14.

10. Сметанин В.И., Жогин И.М. Методы и средства гидромеханизации в составе мероприятий по защите территорий от наводнений // Природообустройство. – 2013. – № 2. – С. 80-83.

11. Потапов А.Д., Сметанин В.И., Жогин И.М. Защита пойменных земель от наводнений с использованием средств гидромеханизации в составе мероприятий по их рекультивации // Материалы научно-практического семинара «Рациональное использование пойменных земель». – Минск: Минсктиппроект, 2013. – С. 52-56.

Материал поступил в редакцию 25.09.2020 г.

#### Сведения об авторах

**Сметанин Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой организации и технологии строительства объектов природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44; e-mail: orgtehstroj@rgau-msha.ru

**Жогин Иван Михайлович**, соискатель, зав. лабораторией кафедры мелиоративных и строительных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44; e-mail: zhogin.ivan@yandex.ru

#### V.I. SMETANIN, I.M. ZHOGIN

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

## TO THE QUESTION OF PROTECTION OF PLAIN LANDS FROM FLOODING

*There are considered engineering solutions on protection of flood plain – riverbed areas by means of the system of alluvial dams with a multi-level scheme of their location and a possibility of flood pass in the automated regime from the first level of the protection dam to the next. The proposed solution allows preventing from dam erosion in case of flood rising higher its crest. The authors propose a comprehensive approach to the floodplain protection from floodwater using hydro – mechanization means which includes clearing of the riverbed from bottom sediments with pump dredgers increasing its capacity and simultaneously alluvial narrow-profile dams from the bottom sediments using a device for alluvial washing, which allows alluvial narrow-profile dams with a combined profile in the form of side prisms from large fractions of soil and the middle part from small fractions. The characteristics of the protective dam with this profile are resistant to wave impact and filtration of the dam. Calculations of technical and technological parameters carried out by the authors, as well as laboratory and field studies confirmed the possibility of using bottom sediments as a building material for construction of narrow-profile dams by the hydraulic fill method.*

*Protection of floodplain lands, floods, high water, protection from flood, protective structures, earth dams, soil flushing, riverbed, bottom sediments, soil granulometric composition, dredge, pulp.*

#### References

1. Ministerstvo po chrezvychainym situatsiyam. Ofitsialny sait. [www.mchs.gov.ru/](http://www.mchs.gov.ru/) Data poseshcheniya 05.09.2020.

2. Yasinetsky V.G., Fenin N.K. Organizatsiya i tehnologiya gidro-meliorativnykh rabot: uchebnyk. – М.: Agropromizdat, 1986. – 352 s.

3. Svod pravil SP 39.13330.2012 Plotiny iz gruntovyh materialov. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIIP 2.06.05-84. <http://docs.cntd.ru/document/1200095521>.

4. **Yufin A.P.** Gidromehanizatsiya. – M.: Izd-vo literatury po stroitelstvu. 1965. – S. 290-384.

5. **Melentjev V.A., Kolpashnikov N.P., Volnin B.A.** Namyvnye gidrotehnicheskie sooruzheniya (osnovy rascheta i proektirovaniya. – M.: Energiya, 1973. – S. 50-59.

6. **Shkundin B.M.** Gidromehanizatsiya v energeticheskom stroitelstve. – M.: Energoatomizdat, 1986. – S. 116-139.

7. **Melamut D.L.** Gidromehanizatsiya v meliorativnom i vodohozyajstvennom stroitelstve. – M.: Strojizdat, 1981. – S. 18-39.

8. Sposob namyva zemlynyh sooruzhenij: pat. 2500853 RF, MPK E02B7/06, E0D217/18, Zhogin I.M., **Smetanin V.I.** / Patentoobladatel – FGBOU VO MGUP, zayavl: 2012126853/13, 27.06.2012, opubl.: 10.12.2013, Byul. № 34.

9. Sposob namyva zemlyanyh sooruzhenij: pat. 2516339 PФ, MPK E02B7/06, E0D217/18, Zhogin I.M., **Smetanin V.I.** / patentoobladatel – FGBOU VO MGUP, zayavl: 2012157664/13, zayav. 28.12.2012; Opubl.: 20.05.2014, Byul. № 14.

10. **Smetanin V.I., Zhogin I.M.** Metody i sredstva gidromehanizatsii v sostave meropriyatij po zashchite territorij ot navodnenij // Prirodoobuistrojstvo. – 2013. – № 2. – S. 80-83.

11. **Potapov A.D., Smetanin V.I., Zhogin I.M.** Zashchita poimennyh zemel ot navodnenij s ispolzovaniem sredstv gidromehanizatsii v sostave meropriyatij po ih rekultivatsii. // Mat-ly nauchno-prakt. seminaru Ratsionalnoe ispolzovanie poimennyh zemel. – Minsk: Minsktiproekt, 2013. – S. 52-56.

The material was received at the editorial office  
25.09.2020

#### Information about the authors

**Smetanin Vladimir Ivanovich**, doctor of technical sciences, professor, head of the department of organization and technology of construction of objects of environmental engineering, FSBEI HE RESAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, B. Academicheskaya, 44; e-mail: orgtehstroj@rgau-msha.ru

**Zhogin Ivan Mikhailovich**, applicant, head of the laboratory of reclamation and building machinery, FSBEI HE RESAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, B. Academicheskaya, 44; e-mail: zhogin.ivan@yandex.ru