

06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель

*К 50-летию деятельности
Дальневосточного научно-исследовательского института
гидротехники и мелиорации*

УДК 502/504:631.6:626.8(571.6)

DOI 10.34677/1997-6011/2019-5-6-20

В.Л. ГОЛОВИН, В.С. НОСОВСКИЙ, В.Д. ВИШНЕВСКАЯ

Акционерное общество «Дальневосточный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»
г. Владивосток, Российская Федерация

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Рассмотрены основные направления, этапы и перспективы развития мелиоративной науки в специфических природных, климатических и географических условиях Дальнего Востока. Показаны результаты научно-производственной, опытно-конструкторской деятельности, рассмотрены достижения оригинальных технических и технологических решений, в том числе тех, которые применены впервые в практике. Разработаны технологические схемы осушения переувлажненных земель в Приморье, Приамурье и на Сахалине, исключающие нарушение пахотного слоя и повышающие производительность труда, а также создания систем с нематериальным дренажем, арктических арктофильных сенокосов Чукотки. Обоснованы метод гидратационной планировки рисовых чеков, снижающей засоренность почвы сорняками, агромелиоративные приемы гребневой мелиорации культур рисового севооборота, улучшения биолого-хозяйственных свойств сои при существенном сокращении норм высева и росте продуктивности. Предложен механизм организационного развития мелиоративного фонда.

Дальний Восток, мелиоративная наука, технические решения, агромелиоративные приемы, осушение, рисовая ирригация, бестраншейный дренаж, муссонный климат, арктические арктофильные системы, гребневая мелиорация, институциональные преобразования.

Введение. Дальневосточный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации (АО «ДальНИИГиМ») работает в Дальневосточном регионе РФ уже 50 лет. На протяжении этого периода институт осуществлял научную стратегию развития мелиорации в регионе и научное сопровождение большинства значимых мелиоративных проектов. Создан институт решением коллегии Государственного комитета по науке и технике от 31 июля 1969 г. № 43 и вслед затем приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР от 28 августа 1969 г. № 201. Направленность деятельности института определена как «мелиорация земель в условиях муссонного климата и глубокого промерзания

грунтов». Именно в таких условиях находятся все региональные образования Дальнего Востока. За период существования ДальНИИГиМ претерпел изменения. В 1988 г. на его основе было создано научно-производственное объединение, преобразованное (1994 г.) в Государственное предприятие, а затем, с марта 2001 г., переименованное в федеральное государственное унитарное предприятие, которое в 2010 г. преобразовано в акционерное общество Российской Федерации.

В соответствии со стратегическим направлением деятельности институтом выполнен большой комплекс научных разработок, целью которых было повышение технического уровня мелиоративных

систем. С учетом природных особенностей территории сотрудниками института созданы прогрессивные технологии мелиоративного освоения земель и водохозяйственного строительства. Многие разработки созданы на высоком мировом уровне – на уровне изобретений.

Тем не менее, достаточная обоснованность научных направлений позволяет надеяться на то, что созданные к настоящему моменту мелиоративные технологии, которые остаются актуальными, будут востребованы в ближайшем будущем. Эти разработки являются основой дальнейшего совершенствования мелиоративных приемов и в настоящее время, несмотря на возникающие трудности.

Материал и методы. Среди наиболее существенных прикладных исследований по усовершенствованию технологических приемов осушения можно выделить следующие:

- усовершенствованные мелиоративные приёмы осушения и освоения переувлажнённых и заторфованных земель под рисовые оросительные системы;

- технические схемы и технологии реконструкции открытых осушительных систем с учетом особенностей природно-климатических условий Дальнего Востока [1];

- опытно-производственное освоение 16 видов специальных рабочих органов и оборудования, 13 высокопроизводительных и экологически приемлемых технологий по реконструкции осушительных систем;

- применение бестраншейного пластмассового дренажа в Приморье, Приамурье и на Сахалине, повышающего в 5-8 раз производительность труда и исключаящего нарушение пахотного слоя, наблюдаемое при строительстве открытых осушительных систем.

Бестраншейный дренаж существенно упрощал процесс создания осушительных систем (рис. 1) на переувлажненных землях Дальневосточного региона [2]. При этом в институте были созданы сменные рабочие органы типа ЩДФ-0,5 и технологическое оборудование, позволившее резко повысить эффективность использования дренаукладчиков МД-12 (МД-4). Эти машины к тому времени уже зарекомендовали себя как надежные комплексы для строительства осушительных мелиоративных систем во многих регионах страны, а **модернизация рабочих органов мелиоративных**

машин позволила успешно применять их в специфических условиях Дальнего Востока. За относительно короткий период были изучены почвенные условия, в которых бестраншейный пластмассовый дренаж был наиболее эффективен.



Рис. 1. Строительство бестраншейного пластмассового дренажа на участке Тихоокеанского комплекса

Разработки специалистов института позволили существенно расширить диапазон условий применения **осушения переувлажненных земель посредством щелевания – создания систем с нематериальным дренажем**. Это направление было обеспечено созданием новых рабочих органов мелиоративной техники низкой энергоемкости осушения тяжелых переувлажненных почв. Технология щелевания осуществлялась с использованием щеледренажного плуга ПЩД-12, дискофрезерного щелевателя ЩДФ-2-0,5 и щелереза ЩМ-14 (рис. 2), обеспечивающих, в частности, осушение торфяников при значительном снижении затрат на строительство мелиоративных систем, прежде всего, за счет отказа от материального дренажа.

Для производства кормов в Чукотском автономном округе ДальНИИГиМом разработан экологически щадящий комплекс приемов – **технология осушения термокарстовых озер** [3, 4], при котором самопроизвольно возобновляется произрастание арктофилы – мамонтовой травы (рис. 3). Технология осушения определялась перераспределением водных ресурсов в смежные озера с понижением воды до определенного уровня, позволяющего проводить скашивание травостоя. Переброска осуществлялась в самотечном режиме или, в отдельных случаях, откачкой избыточного количества воды посредством передвижных насосных станций.



Рис. 2. Технология устройства щелевого дренажа с применением щелереза ЩМ-14 конструкции ДальНИИГиМ



Рис. 3. Технология осушения термокарстовых озер Чукотки для обеспечения кормопроизводства (травостой арктофилы – справа)

Экологическая безопасность предполагала определенную периодичность осушения озер, организацию сенокосов в течение нескольких лет с последующим заполнением озер и восстановлением их экосистемы. Арктические арктофильные сенокосы на дне осушенных озер использовались в период активного развития животноводства в указанном регионе.

Особое внимание институтом уделялось разработке и совершенствованию технологий создания и реконструкции рисовых оросительных систем (РОС). В частности, разработаны технические схемы реконструкции рисовых оросительных систем, на основе которых созданы *модульные рисовые карты Дальневосточного типа*. При этом модуль представлял собой четыре смежных чека площадью до 10 га каждый, имеющие общий узел управления (рис. 4) [5, 6]. Такие карты обеспечивают оперативность управления поливом и качество подготовки почвы, внутрипочвенное орошение суходольных культур рисового севооборота и осушение рисового поля во время уборки при устройстве бестраншейного дренажа

Возделывание культуры риса подразумевает обеспечение высокоточной планировки поверхности поля. Выполнение такого требования определяет возможность создания равномерно распределенного слоя воды по всей площади чека. Это, в свою очередь,

позволяет не только существенно снизить норму водопотребления, но и обеспечить благоприятные условия произрастания этой важнейшей культуры. Мелиоративная технология ДальНИИГиМ высокоточной планировки РОС была разработана и успешно применяется по настоящее время не только как капитальная (при строительстве или реконструкции), но и как ежегодная, предпосевная. Технология не требует применения специализированной техники, например, длинноразмерных планировщиков с лазерным оборудованием и с нивелировочной корректировкой положения рабочего органа. Используется только традиционная сельскохозяйственная техника, что существенно облегчает предпосевную обработку с ежегодным выравниванием поверхности поля, что снижает частоту проведения капитальных ремонтов.



Рис. 4. Модульная рисовая карта конструкции ДальНИИГиМ на Сиваковской РОС

Основана технология на фрезеровании предварительно разрыхленной и затопленной водой почвы (рис. 5) [7, 8]. Причем затопление водой поля перед фрезерованием производится дозированно с целью создания гидросмеси, способной самопроизвольно растекаться. Такое состояние текучести допустимо считать гидратированным. Многолетнее применение технологии фрезерования почвы под слоем воды, кроме создания идеально горизонтальной поверхности, обнаружило и дополнительные эффекты. Они связаны, в частности, со снижением засоренности почвы сорняками, поскольку в гидратированной массе семена сорняков всплывают и сбрасываются с осветленной водой, а корневища клубнекамыша тампонируются и загнивают. При фрезеровании почвы под слоем воды стимулируются почвообразовательные процессы за счет аэрации почвенного слоя и его деинтоксикации. Это позволяет снизить неблагоприятные последствия при многолетнем возделывании монокультуры риса.

Гребневая мелиоративная технология ДальНИИГиМ как никакая другая отвечала природно-климатическим условиям региона и оказалась особенно эффективной для почв с повышенной вероятностью переувлажнения. Особенно актуальной она оказалась на рисовых мелиоративных системах при использовании севооборотов для возделывания суходольных культур.

Создание гребневой поверхности позволяет ускорить отвод избыточной влаги в период выпадения дождей, а в засушливые периоды обеспечить возможность орошения по бороздам. Технология включает образование гребней за счет развалки гребней, сформированных в предыдущий год, одновременное внесение удобрений, высева семян и прикатывание почвы [9, 10]. При этом вспашка, дискование, боронование и ряд других операций исключаются, что существенно снижает себестоимость получаемой продукции.



Рис. 5. Гидратационная планировка поверхности поля – фрезерование почвы под слоем воды на Владимиро-Петровской РОС

Важным этапом активного использования этой технологии явилась **разработка** специалистами института **гребнеобразующих механизмов** (рис. 6) [2].



Рис. 6. Гребнеобразующие механизмы. Культиватор гребневой КГ-3,6 (слева) и Сеялка гребневая СГ-3,6 в агрегате с трактором МТЗ-82 (справа)

С целью расширения диапазона условий и возможностей применения гребневых мелиоративных технологий была разработана, в частности, сеялка точного высева семян [9], которая может использоваться при возделывании культур рисового севооборота, таких как соя. Сою – масличную и белковую культуру следует рассматривать как важнейшую, особенно для районов Дальнего Востока России,

где природные условия оказываются вполне благоприятными для её возделывания. В связи с этим для ДальНИИГиМа одним из приоритетных направлений исследований явилось обоснование и разработка новых агро-мелиоративных технологий интенсивного возделывания сои на РОС. В частности, технология с использованием гребневой мелиорации на землях РОС стала основой соевых севооборотов,

поскольку такой прием позволяет исключить переувлажнение при повышении урожайности на 30-40% (рис. 7) [11-13]. В качестве

культуры рисового севооборота, как показали проведенные исследования, вполне может использоваться и гречиха.



Рис. 7. Использование Гребневой агромелиоративной технологии при возделывании сои и гречихи на Сиваковской РОС

Технология внутрипочвенного орошения на РОС, разработанная ДальНИИ-ГиМом, позволяет в условиях муссонного климата также использовать рисовые земли для возделывания суходольных культур в рисовом севообороте, при этом обеспечивается надежное двустороннее регулирование влажности почв рисовых чеков. Важнейшим элементом системы внутрипочвенного увлажнения являются дрены-увлажнители, которые закладываются на рисовых чеках без уклона с применением бестраншейной технологии. При этом длина дрен определяется конструкцией РОС, в частности на картах широкого фронта залива она составляет 120-140 м, а на модульных – 200-400 м. Поливная норма и продолжительность орошения определяются из условий создания в корнеобитаемом слое почвы запаса влаги, соответствующей наименьшей влагоёмкости этого слоя почвы.

В Амурской области сдерживающим фактором достижения производственного потенциала сои является возделывание её на ровной пашне переувлажненных почв. Разработанная с участием Амурского филиала ДальНИИГиМ гребневая технология возделывания сои позволила решить эту проблему. Исследования показали, что урожайность сои на гребнях по сравнению с пашней выше на 78%. Возделывание сои в условиях орошения с внесением сапропеля местных отложений Приамурья обеспечивает урожайность до 3,0 т/га. Орошение риса дождеванием среднеструйным аппаратом кругового действия позволило получить урожайность 4,6 т/га с более высокой энергетической эффективностью при уровне

рентабельности затрат 69,8% в условиях юга Амурской области.

В Сахалинской области уточнены нормативно-технические требования к проведению культурно-технических мероприятий на интенсивно используемых землях, находящихся в консервации, а также вновь осваиваемых или нарушенных после техногенных воздействий. Рассмотрены последствия биологической деградации почв и меры по их восстановлению и рекультивации, что позволяет повысить природно-ресурсный потенциал Сахалина на 500-1000 га ежегодно. Разработанная институтом технология улучшения биолого-хозяйственных свойств сои основана на стрессовом воздействии на определенной стадии развития растений и считается одной из самых перспективных. Важнейшим элементом технологии является обрезка верхушечной части доминирующего стебля растений после их развития до пятого-шестого тройчатого листа [14]. Обрезкой верхушечной части провоцируется развитие боковых побегов – ветвление и развитие дополнительных стеблей непосредственно от семядолей – кущение. Наряду с основным стеблем образуются равноценные дополнительные боковые ветви до 7-8 шт. на одном растении, а толщина стеблей при таком воздействии достигает 10-15 мм. Следует отметить, что эта технология проверялась на различных сортах сои с высокими и примерно сходными результатами.

Важным отличием такой технологии является то, что посев сои проводится с уменьшенной нормой высева семян. При этом обеспечивается расстояние между растениями

в ряду 20-24 см (с нормой высева не более 100-120 тыс. штук на 1 га). Это необходимо, прежде всего, для уменьшения затенения растений, поскольку предполагается активное кущение растений, а достаточная интенсивность процесса фотосинтеза может быть обеспечена только при условии соответствующей освещенности. Улучшаются при этом и условия развития растений за счет увеличения площади их питания с образованием более мощной корневой системы. Повышение освещенности растений и, следовательно, улучшение условий фотосинтеза обеспечивает более активное бобообразование (рис. 8).



Рис. 8. Состояние посевов сои сорта “Приморская-81” через 15 суток после обрезки верхушечной части стеблей в фазе появления 5-6-го тройчатого листа и растение сои перед уборкой (справа)

Использование таких технических приемов воздействия на растение вызывает стрессовые мутагенные изменения, которые формируют многостебельное растение, на котором вызревает до 200 бобов. При этом средняя высота растений от основания до места обрезки непосредственно перед уборкой

составляет до 70-100 см. Норма высева семян составляет 25-30 кг/га или 90-120 тыс. семян на 1 га, а потенциальная урожайность, как показывают полевые испытания, повышается почти втрое. Такая технология стрессового воздействия на растения сои вполне приемлема, как показывает опыт её использования, не только при возделывании этой культуры на РОС, но и в обычных условиях районов, где традиционно выращивают сою.

Гребневая мелиоративная технология возделывания культуры риса, разработанная ДальНИИГиМом, создавалась с целью регулирования температурного режима почв, что основано на оптимальной ориентации гребней и возможности увеличивать теплоемкость почвенного слоя за счет заполнения ложбин между гребнями водой слоем до 30 см [9, 10]. Это особенно важно при необходимости обеспечивать посеvy риса в более ранние сроки при общем дефиците тепла, особенно в отдельные годы, в Дальневосточном регионе.

Эффект регулирования температурного режима существенно повышался при соблюдении определенных условий. В частности, на картах широкого фронта залива гребни нарезаются параллельно оросителю-сбросу, на картах модульного типа – перпендикулярно. Причем гребни формируются в направлении с востока на запад. В поперечном направлении после проведения гребневых посевов нарезаются щели с шагом 50-100 м, и проводится залив поля подачей воды из хозяйственного распределителя в картовый ороситель и через чековые водовыпуски – в канал ороситель-сброс, с которым соединены щели, сопряженные с бороздами, образующимися между гребнями (рис. 9).



Рис. 9. Гребневая мелиорация на РОС при возделывании риса на Сиваковском рисовом стационаре ДальНИИГиМа (первоначальный залив чека после посева риса с применением гребневой мелиорации – слева; состояние растений риса в завершающей стадии вегетации – справа)

При посевах риса на гребнях существенно уменьшается плотность посевов, поскольку более 20% общей площади занимают ложбины между гребнями. Однако урожайность при этом повышается на 20% и более, а благодаря наличию междурядий повышается интенсивность воздействия солнечной радиации и интенсивность воздухообмена (проветривания растений), что снижает вероятность или практически исключает заболевание растений, в том числе и пирикулярриозом. Учитывая, что потери урожая за счет таких заболеваний могут достигать 15-40%, то использование гребневой мелиоративной технологии возделывания риса можно считать вполне перспективным направлением повышения урожайности.

Гребневая мелиоративная технология рекультивации деградированных и песчаных земель определяется многократным за вегетативный период переформированием гребней с помощью разработанных в ДальНИИГиМе гребнеобразующих механизмов [15]. При таком переформировании через каждые 20-30 суток в ложбинах между гребнями размещаются растительные остатки и органические отходы с одновременной обработкой их биологически активными препаратами, активизирующими процессы почвообразования. Указанная особенность технологии позволяет ускоренно (за 3-4 месяца) восстанавливать плодородие деградированных и песчаных почв.

Паровая мелиоративная технология также включает многократное переформирование гребней с одновременным размещением в бороздах растительных остатков и (или) растений сидератных культур. При этом за счет применения микробиологических препаратов и улучшения условий аэрирования почв на участках, отведенных под пар, обеспечивается накопление питательных веществ и в целом ускоряется восстановление почвенного плодородия [16, 17]. Проведенные исследования на экспериментальных системах показали, что такое преимущество позволяет выводить земельные участки из севооборота на относительно короткий период (30-60 суток) и после проведения мероприятий по паровой мелиорации возможно эффективно использовать их, например, под посев озимых культур.

Проблемы возделывания овощных культур с орошением в зоне муссонного

климата связаны с рисками переувлажнения почвы и потерями урожая, что в целом снижает рентабельность производства продукции. Указанная проблема определяется тем, что интенсивные осадки зачастую «накладываются» на переувлажненную после полива почву. Исключить эти риски удалось за счет создания и использования в Дальневосточном регионе **модульных автоматизированных увлажнительных систем (МАУС) полива малыми нормами**. Такие системы оснащаются дальнеструйными дождевальными аппаратами с поочередным включением, управляемым с помощью гидропрограмматоров или компьютерных технологий (рис. 10).



Рис. 10. Орошение капусты малыми поливными нормами на Корсаковской модульной автоматизированной системе

Основная их особенность определяется возможностью обеспечивать равномерное распределение искусственного дождя по площади поля с суточной нормой полива, что исключает переувлажнение почвы. Применение такой технологии позволяет осуществлять на фоне закрытого дренажа программное возделывание овощных сельскохозяйственных культур, позволяющих экономить воду и трудовые затраты вдвое. Обеспечивает возможность регулировать температуру и влажность приземного слоя воздуха путём нескольких поливов малыми нормами в течение суток, что особенно важно для сохранения нормальных условий развития растений при весенних заморозках. Преимуществом является и то, что при таком режиме орошения исключается образование почвенной корки, а также обеспечивается возможность своевременного проведения междурядной обработки посевов даже в дни проведения полива [18].

Известно, что значительный урон при возделывании овощных культур

наносится вредителями, в частности, урожай капусты значительно снижается при активизации таких вредителей, как гусеницы капустной совки, моли, белянки. При частом (ежедневном) орошении, что было отмечено на всех системах МАУС в Приморском крае и Амурской области, поражение вредителями практически исключалось вследствие смыва кладок яиц вредителей искусственным дождем. Снижение урожайности за счет влияния этого фактора практически исключалось.

Таким образом, на системах полива малыми нормами обеспечивалось оптимальное увлажнение в корнеобитаемом слое почвы за счет возможности регулирования режима полива в зависимости от биологических особенностей сельскохозяйственных растений, независимо от режима осадков. Таких систем только в Приморском крае было построено и успешно эксплуатировалось на территории более

1,0 тыс. га при повышении урожайности более 30%.

Создание в Дальневосточном регионе польдерных мелиоративных систем требовало разработки комплексных мер по защите территории от затопления и подтопления. Необходимо было учитывать не только требования к дамбам обвалования, но и особенности взаимодействия водоотводящих элементов польдера, в частности, дренажа или осушительной сети каналов, водоотводящих каналов с насосной станцией. Польдерная осушительно-увлажнительная мелиоративная система, построенная в Хабаровском крае на Большом Уссурийском острове (рис. 11), действительно оказалась достаточно сложной в инженерном отношении. Это в конечном итоге определило высокую себестоимость производимой на ней продукции и послужило основной причиной ликвидации в постперестроечный период.



Рис. 11. Реконструкция насосной станции на польдерной системе Большого Уссурийского острова (слева) и дамба обвалования системы при аварийном повышении уровня воды в р. Амуре (справа)

Защита территорий от затопления и в настоящее время остается проблемой, имеющей важнейшее значение. **Технология оперативного возведения защитной стенки или наращивания гребня защитной дамбы обвалования**, например, для использования на РОС или при аварийном повышении уровня воды в реке была разработана ДальНИИГиМом в 1989-м году [19]. В отличие от широко используемой в практике укладки мешков с песком (рис. 11) в этой технологии предусматривалось водоналивное устройство в виде гибкой оболочки, укладываемое на бровку берега или гребень дамбы. Технология использовалась в 2019 году для защиты от затопления жилого микрорайона

г. Уссурийска, где по бровке берега была уложена водоналивная дамба длиной 75 м и высотой до 120 см (рис. 12).

Водоналивная дамба выполняется в виде полого рукава из эластичного водонепроницаемого материала (прорезиненная ткань, полиэтилен). Для защиты мелиоративных каналов от заиления при выполнении гидратационной планировки поверхности поля РОС использовалась полиэтиленовая пленка с опорными гибкими трубами в основании. Расчет устойчивости таких дамб показывает, что при напорном градиенте не более 0,15-0,20 м и при отсутствии активных гидродинамических воздействий надежность работы такого устройства не может вызывать сомнений.



Рис. 12. Водоналивная дамба из эластичного материала, уложенная по бровке берега р. Комаровки (2019 г.) в г. Уссурийске для защиты территории от затопления

Исследования систем водораспределения на РОС позволили разработать концепцию управления средствами централизованного контроля водным режимом. На основе этих разработок была обоснована **технология и разработаны технические средства автоматизированного управления режимом водопользования**. Важнейшим требованием к процессу полива рисовых чеков, на котором основана эта технология, является обеспечение оптимального слоя воды на чеке. Обеспечить выполнение указанного условия практически невозможно традиционными методами, в частности, ручным управлением. Следовательно, невозможно было избежать переливов и сбросов излишней воды, а потери её составляли не менее 20%. Возмущающие воздействия отклоняют процесс поддержания слоя от заданного режима (расход на транспирацию и испарение, на фильтрацию, отвод в сбросную сеть, осадки и т.д.). Задачей автоматизации в этом случае являлось регулирование толщины слоя воды на рисовом поле, что, как было доказано, целесообразно осуществлять по отклонению наблюдаемого горизонта воды от заданного значения. При рассмотрении технологических основ автоматизации был принят прерывистый режим орошения (с соответствующим ему слоем) как наиболее насыщенный по составу входящих в него операций. Принятый метод регулирования по отклонению избавляет от необходимости измерять и учитывать действие возмущения. На поливной карте этот метод можно осуществить, устанавливая авторегуляторы уровня воды нижнего бьефа или системы регулирования постоянными перепадами уровней воды.

Результаты и обсуждение. Впервые на Дальнем Востоке на основе

исследований, проведенных на 18-ти специализированных стационарах, с учетом особенностей природных условий была создана **теория влияния инженерных мелиоративных систем на гидрологический режим водных объектов**. Это было особенно важно, поскольку к тому времени в Приморском крае, например, началось масштабное освоение десятков тысяч гектаров заболоченных территорий, были созданы рисовые оросительные системы. Такое нарушение водобалансовых связей в экосистеме, сложившихся за предыдущие тысячелетия, не могло не повлиять на изменение гидрологических условий. По этой причине необходимо было оценить степень такого влияния и дать прогноз того, как эта новая искусственная реальность адаптируется в природной среде.

В результате проведенных исследований и определения критериев адаптации в рамках упомянутой теории, удалось определить степень отклика природных водных объектов и изменение их характеристик при воздействии оросительных и осушительных систем. Следует отметить, что более всего такое взаимодействие проявлялось в изменении расходов и уровней воды при проведении осушительных и оросительных мелиораций. Прежде всего, разработанный в соответствии с этой теорией, методологический подход позволял дать оценку экологической нагрузки на природную среду, как при проектировании, так и эксплуатации мелиоративных объектов. Появилась возможность определения в каждом конкретном случае допустимой нагрузки на водные объекты при водоотборе, испарении и инфильтрации с площади оросительных систем или допустимую степень дренированности осушительных.

На современном этапе осуществляется научное обеспечение региональных программ, схем и прогнозов устойчивого развития мелиорации и сельского хозяйства Дальнего Востока, в том числе рисоводства Приморского края. Предпринимаются попытки возрождения проектного дела в мелиоративном направлении, в частности, по реконструкции выведенных из хозяйственного использования на продолжительное время мелиоративных систем. Специалисты института активно участвуют в учебном процессе ДВФУ, в том числе по подготовке кадров высшей квалификации – аспирантов. Несмотря на сложность ситуации, в институте продолжается разработка оригинальных технологий и технических средств их реализации. Уже по сложившейся традиции все технические и организационные решения и даже подходы к решению технических задач во многом отличаются от общепринятых в мировой науке и практике. Такие технологии с элементами Ноу-хау разрабатываются институтом, в частности, в ходе подготовки предложений по международному сотрудничеству.

Выполнено обоснование *экономико-правового режима функционирования и сохранения целостности мелиоративных систем* в период реформирования земельных отношений и приватизации государственного имущества в Дальневосточном регионе, институциональных преобразований форм неиспользуемых мелиоративных систем общего пользования и части находящихся в долевой собственности участков из земель сельскохозяйственного назначения, наносящих вред окружающей среде, в том числе земле как природному объекту.

Разрабатываются вопросы повышения *безопасности гидротехнических сооружений (ГТС) и водохранилищ сельскохозяйственного назначения, противопаводковой защиты земель и населенных пунктов от наводнений* Дальневосточного региона. В основном это относится к декларированию таких объектов. Только за последний период было разработано 12 таких документов, прошедших Государственную экспертизу. В частности, разработаны декларации безопасности ГТС Берестовецкого водохранилища (рис. 13).



Рис. 13. Берестовецкое водохранилище, быстроток (слева) и трубчатые элементы донного водовыпуска (справа)

Особенностью подхода к оценке условий безопасности работы гидросооружений мелиоративных водохранилищ является комплексность, определяющая взаимодействие сооружений различного назначения и их отдельных элементов, что позволяет повысить достоверность оценки безопасности их дальнейшей эксплуатации и направленность первоочередных мероприятий по реконструкции.

Такие непростые водохозяйственные объекты, как мелиоративные водохранилища, удается поддерживать в работоспособном состоянии и обеспечивать проведение ремонтов основных ГТС, в частности, плотин, качество обслуживания и ремонта которых в основном и определяет их безаварийную и, следовательно, безопасную

эксплуатацию. К таким объектам относится и Синтупиковское водохранилище (рис. 14).

Проводится разработка деклараций безопасности по гидротехническим сооружениям Приморского края, в частности, по дамбам обвалования, обеспечивающим защиту от затопления мелиоративных объектов и населенных пунктов. Это действительно является одной из актуальных проблем, поскольку она требует решения задач, связанных с безопасностью жизнедеятельности на территориях с вероятным затоплением при прохождении ливневых паводков на реках.

Актуальность проведения своевременного декларирования безопасности сооружений подтверждает разрушение защитной дамбы системы «Элитная» (рис. 15), расположенной в долине реки Уссури Чугуевского

района у с. Соколовка. При прохождении паводка, вызванного тайфуном «Лайонрок» в августе 2016 г., по гидрологическим данным вероятность превышения наивысшего

уровня воды составляла 4%, а разрушение и размыв некоторых участков дамбы произошли через 3 месяца после капитального ремонта [20].



Рис. 14. Синтупиковское водохранилище, водосброс (слева) и низовой откос (справа)



Рис. 15. Частично разрушенная паводком защитная дамба обвалования мелиоративной системы «Элитная» на р. Уссури

Проектная деятельность в настоящее время оказалась мало востребованной, хотя многие из ранее эффективно использовавшихся мелиоративных систем в Дальневосточном регионе, на продолжительный срок выведенные из хозяйственного оборота, нуждаются в реконструкции и рекультивации земель. Финансирование реконструкции и повышение технического уровня мелиоративных систем разных форм собственности, совершенствование экономических отношений использования мелиоративных фондов как основного средства производства в сельском хозяйстве являются важнейшими приоритетами эффективности мелиоративной науки на Дальнем Востоке.

Полученные результаты дают возможность оценить глубину развала отрасли. Репьевская осушительная система с открытой сетью каналов (ОС), проект реконструкции которой выполнил ДальНИИГиМ, оказалась одной из первых в Приморском крае за последние 35 лет. Эта система должна быть снова введена в действие в 2020-м году. Опыт проектирования ОС, как оказалось, нельзя считать положительным, и основные проблемы связаны были даже не с дефицитом квалифицированных

кадров проектировщиков, а с прохождением Государственной экспертизы.

Впервые на Дальнем Востоке проведены многолетние исследования «О влиянии мелиорации на продуктивность нерестовых рек Камчатки» на Апачинской осушительной системе. Сформулированы основные требования к условиям нереста тихоокеанских лососей, а также дополнительные требования по соблюдению экологических условий при эксплуатации осушительных систем в бассейнах нерестовых рек Камчатки.

Выводы

В статье приведены научно-технические разработки, которые создавались впервые в практике, но тем они и ценны. По многим из них (более 170) институт имел Авторские свидетельства СССР и Патенты РФ. Следует отметить, что ДальНИИГиМ на основе этих достижений разработал 28 проектов по строительству опытно-производственных мелиоративных систем утилизации и почвенно-биологической очистки стоков с окультуриванием земель животноводческих комплексов; охране окружающей среды. Кроме того, разработаны десятки проектов создания модульных

автоматизированных увлажнительных систем полива малыми нормами в Приморском крае.

Результаты исследований, проведенных на опытно-экспериментальных станциях, легли в основу вспомогательных нормативных документов по организации поверхностного стока и технологии выравнивания осушаемых земель, проведению высокоточной гидратационной планировки рисовых полей под слоем воды, обеспечивающей практически идеальное выравнивание поверхности поля без применения специальной техники и сложного оборудования.

Таким образом, материалы исследований обобщены в 35 стандартах организаций, пособиях к СНиП, инструкциях, рекомендациях, руководствах, а также монографиях и в 20 сборниках трудов по вопросам мелиорации и водного хозяйства Дальнего Востока. Научно-технические разработки института отмечены более чем 20 медалями ВДНХ и ВВЦ. Получены 3 гранта Губернатора Приморского края за научные достижения (1998-2000 гг.), награда за 1-е место во всероссийском конкурсе «Лучшая трудовая династия в мелиорации» в номинации «За заслуги в развитии мелиорации» (2016 г.).

Представленные в статье краткие описания научных достижений определяют историю развития мелиоративной науки на Дальнем Востоке России и доказывают своевременность её образования, становления и развития. В свой пятидесятилетний юбилей Дальневосточный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации выражает признательность выдающимся ученым, которые и определили нашу историю.

Библиографический список

1. **Степанов А.Н.** Осушение земель Дальнего Востока. – М.: Колос, 1976. – 240 с.
2. Осушение тяжелых почв Дальнего Востока бестраншейным пластмассовым закрытым дренажем: (результаты исследований, производственный опыт) / А.Н. Степанов, А.Т. Рыжаков, Е.А. Панасюк и др. – Владивосток, 1988. – 83 с.
3. **Стоценко А.В.** Термокарст и мелиорация земель в зоне вечной мерзлоты / Вопросы совершенствования мелиоративных систем Дальнего Востока: сб. науч. трудов ДальНИИГиМ. – М.: ВНИИГиМ, вып. 3. – 1973. – С. 40-42.
4. Осушение мерзлотных почвогрунтов и термокарстовых озер / Пособие по проектированию мелиоративных систем на Дальнем Востоке / под ред. А.Н. Степанова. – Владивосток: ДальНИИГиМ, 1983. – С. 67-73.
5. **Тур А.С., Кузьменко Л.Н., Хохлюк А.П.** Модульная рисовая карта / Каталог научн.-техн. разработок и услуг / ДальНИИГиМ. – Владивосток, 1988. – С. 69-70.
6. Мелиоративная система: А.с. 1733558 Российская Федерация: (СССР) МКИ5 E02B 11/00./Головин В.Л., Степанов А.Н., Тур А.С.; заявитель ДальНИИГиМ. – № 4820569/15; заявл. 25.04.90; опубл. 15.05.92; Бюл. № 18.
7. **Головин В.Л., Хохлюк А.П., Тур А.С.** Особенности планировочных работ на рисовом чеке методом гидратации // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 1. – С. 27-30.
8. **Головин В.Л., Хохлюк А.П.** Проблемы предпосевной подготовки почвы фрезированием или пондированием под слоем воды для возделывания риса / Проблемы мелиорации и водного хозяйства на Дальнем Востоке России: сб. науч. трудов ДальНИИГиМ. Вып. 18. – Владивосток: Дальнаука, 2014. – С. 57-70.
9. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур на гребнях в зоне рисосеяния Приморского края / Носовский В.С., Егорченков А.И., Корляков А.С. и др. / Технология и технические средства гребневой мелиорации. – Владивосток: ДальНИИГиМ. – 2002. – 54 с.
10. **Вишневская В.Д., Корляков А.С.** Интегрированные технологии, применяемые в зоне рисосеяния Приморского края. Орошение гребневых посевов суходольных культур по бороздам на рисовых оросительных системах / Проблемы мелиорации и водного хозяйства на Дальнем Востоке России: сб. науч. трудов ДальНИИГиМ. – Владивосток: изд-во Дальневосточного ун-та, 2008. вып. 16. – С. 138-140.
11. **Абраменко В.П., Ващенко А.П., Корляков А.С.** Рекомендации по возделыванию сои. – Владивосток: Агроконсул, 2005. – 50 с.
12. **Носовский В.С., Хохлюк А.П., Абраменко В.П.** Условия и факторы гребневого возделывания сои / Проблемы мелиорации и водного хозяйства на Дальнем Востоке России: сб. науч. трудов ДальНИИГиМ. – Владивосток: изд-во Дальневосточного ун-та, 2008. Вып. 16. – С. 40-52.
13. Способ возделывания сельскохозяйственных культур на рисовых

мелиоративных системах. Пат. 2159528 Российская Федерация: МКИ⁷ А01В 79/02, А01С 7/00. / Головин В.Л., Носовский В.С., Корляков А.С.; заявитель и патентообладатель ДальНИИГиМ; – 99115372/13; заявл. 12.07.99.; опубл. 27.11.2000; Бюл. № 33.

14. **Хохлюк А.П., Головин В.Л., Абраменко В.П.** Применение стрессовых агро-мелиоративных приемов для улучшения биолого-хозяйственных свойств сои / Проблемы мелиорации и водного хозяйства на Дальнем Востоке России: сб. науч. трудов ДальНИИГиМ. – Владивосток: Дальнаука, 2011. Вып. 17. – С. 66-73.

15. Способ рекультивации песчаных земель: пат. 2244393 Российская Федерация: МПК⁷ А01В 79/02. / Головин В.Л., Носовский В.С. Корляков А.С. /заявитель и патентообладатель ДальНИИГиМ; – 2003130388/12; заявл. 14.10.03.; опубл. 20.01.05; Бюл. № 2.

16. **Головин В.Л., Живчиков А.И.** Паровая мелиорация в земледелии Дальнего Востока / Экологические и экономические проблемы мелиорации и водного хозяйства на Дальнем Востоке России: Сб. науч. тр. ФГУП ДальНИИГиМ. Вып. 14. – Владивосток: ДВО ДОП РАН, 2001. – С. 102-105.

17. Способ паровой мелиорации почв: пат. 2159527 Российская Федерация; МКИ⁷ А 01 В 79/00. / Головин В.Л., Носовский В.С., Корляков А.С. /заявитель и патентообладатель ДальНИИГиМ;– № 99115377/13; заявл. 12.07.99; опубл. 27.11.2000; Бюл. № 33.

18. Эксплуатация модульных автоматизированных увлажнительных систем модульных автоматизированных

увлажнительных систем. Методические указания. / Степанов А.Н., Майстренко М.С., Ячменев В.В. и др. – Владивосток: Ред-изд. отдел Примупрполиграфиздата, 1989. – 64 с.

19. Способ планировки рисовых чеков с защитой канала от заиления: А.с. № 1476058 (СССР) МКИ⁴ Е02В 13/00. / Головин В.Л., Гузев Н.А., Мараховский П.Ф. / заявитель ДальНИИГиМ; – № 4307892/30-15; заявл. 22.09.87; опубл. 30.04.89; Бюл. № 16.

20. **Головин В.Л., Гавриков С.А., Носовский С.В.** Особенности разрушений дамб обвалования мелиоративных систем в Приморском крае / Проблемы мелиорации и водного хозяйства на Дальнем Востоке России: сб. науч. трудов ДальНИИГиМ. Вып. 19. – Владивосток: изд-во Дальнаука, 2017. – С. 37-46.

Материал поступил в редакцию 15.10.2019 г.

Сведения об авторах

Головин Виктор Леонтьевич, кандидат технических наук, зам. генерального директора АО «ДальНИИГиМ», профессор ДВФУ; 690014, г. Владивосток, просп. Красного Знамени,66; e-mail: vgolovin.vld.vg@gmail.com

Носовский Валерий Сергеевич, доктор экон. наук, профессор ДВФУ, 1-й зам. генерального директора АО «ДальНИИГиМ»; 690014, г. Владивосток, просп. Красного Знамени,66; e-mail: nosovsky@bk.ru

Вишневская Вера Дмитриевна, канд. геогр. наук, ученый секретарь АО «ДальНИИГиМ»; 690014, г. Владивосток, просп. Красного Знамени,66; e-mail: vishnevskaya.vd@yandex.ru

V.L. GOLOVIN, V.S. NOSOVSKY, V.D. VISHNEVSKAYA

Joint Stock Company «Far East research institute of hydraulic engineering and land reclamation», Vladivostok, Russian Federation

FEATURES OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF LAND RECLAMATION DEVELOPMENT OF THE FAR EAST

There are considered main directions, stages and prospects of development of the land reclamation science in the specific natural, climatic and geographical conditions of the Far East. The results of research and production, experimental and design activities are shown, the achievements in the development of original technical and technological solutions including those implemented for the first time in practice are considered. Technological schemes have been developed to drain the over wetted lands in Primorye, Priamurier and Sakhalin, excluding disturbance of the arable layer and significantly increasing labor productivity, as well as creation of systems with intangible drainage, arctophilous haymaking in Chukotka. There are substantiated methods of hydration planning of rice check reducing soil weeding, agro-improvement techniques of ridge reclamation of crops of rice rotation, development

of the biological and economic properties of soybeans under significant decrease of planting norms and productivity growth. There is proposed a mechanism for the organizational development of a land reclamation fund.

Far East, land reclamation science, technical solutions, agro-reclamation techniques, rice irrigation, trenchless drainage, monsoon climate, arctophilous systems, ridge land reclamation, institutional transformations.

References

1. **Stepanov A.N.** Osuchenie zemel Dalnego Vostoka. – M.: Kolos, 1976. – 240 s.
2. Osuchenie tyazhelyh pochv Dalnego Vostoka bestranshejnym plastmassovym zakrytym drenazhem: (rezultaty issledovaniy, proizvodstvennyy opyt) / A.N. Stepanov, A.T. Ryzhakov, E.A. Panasyuk i dr. – Vladivostok, 1988. – 83 s.
3. **Stotsenko A.V.** Termokarst i melioratsiya zemel v zone vечноj merzloty / Voprosy sovershenstvovaniya meliorativnyh system Dalnego Vostoka: sb. nauch. trudov DalNIIGiM. – M.: VNIIGiM, vyp. 3. – 1973. – S. 40-42.
4. Osuchenie merzlotnyh pochvogrunтов i termokarstovyh ozer / Posobie po proektirovaniyu meliorativnyh system na Dalnem Vostoke / pod red. A.N. Stepanova. – Vladivostok: DalNIIGiM, 1983. – S. 67-73.
5. **Tur A.S., Kuzmenko L.N., Hohlyuk A.P.** Modulnaya risovaya karta / Katalog nauchn.-tehn. razrabotok i uslug / DalNIIGiM. – Vladivostok, 1988. – S. 69-70.
6. **Golovin V.L., Stepanov A.N., Tur A.S.** Meliorativnyh sistema // A. s. No. 1733558 Rossijskaya Federatsiya (SSSR) MKI5 E02B11/00. / Golovin V.L., Stepanov A.N., Tur A.S. – zayavitel. DalNIIGiM No 4820569/15; zayavl. 25.04.90; opubl. 15.05.92; Byul. No 18.
7. **Golovin V.L., Hohlyuk A.P., Tur A.S.** Osobennosti planirovochnyh rabot na risovom cheke metodom gidratatsii // Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo. – 2007. – № 1. – S. 27-30.
8. **Golovin V.L., Hohlyuk A.P.** Problemy predposevnoj podgotovki pochvy frezerovaniem ili pondirovaniem pod sloem vody dlya vzdelyvaniya risa / Problemy melioratsii i vodnogo hozyajstva na Dalnem Vostoke: sb. nauch. trudov DalNIIGiM. vyp. 18. – Vladivostok: Dalnauka, 2014. – S. 57-70.
9. Rekomendatsii po vzdelyvaniyu selsko-hozyajstvennyh kultur na grebnyah v zone risoseyaniya Primorskogo kraja / Nosovskiy V.S., Yegorchenkov A.I., Korlyakov A.S. i dr. // Technologiya i tehicheskie sredstva grebnej melioratsii. – Vladivostok: DalNIIGiM. – 2002. – 54 s.
10. **Vishnevskaya V.D., Korlyakov A.S.** Integrirovannye tehnologii, primenyaemye v zone risoseyaniya Primorskogo kraja. Oroshenie grebnevnyh posevov sehodlonnyh kultur po borozdam na risovyh orositelnyh sistemah / Problemy melioratsii i vodnogo hozyajstva na Dalnem Vostoke Rossii: sb. nauch. trudov DalNIIGiM. Vladivostok: izd-vo Dalnevostochnogo un-ta, 2008, vyp. 16. – S. 138-140.
11. **Abramenko V.P., Vashchenko A.P., Korlyakov A.S.** Rekomendatsii po vzdelyvaniyu soi. – Vladivostok: Agroconsul, 2005. 50 s.
12. **Nosovsky V.S., Hohlyuk A.P., Abramenko V.P.** Uslaviya i factory grebnogo vzdelyvaniya soi / Problemy melioratsii i vodnogo hozyajstva na Dalnem Vostoke: sb. nauch. trudov DalNIIGiM. – Vladivostok: izd-vo Dalnevostochnogo un-ta, 2008, vyp. 16. – S. 40-52.
13. **Golovin V.L., Nosovsky V.S., Korlyakov A.S.** Sposob vzdelyvaniya selsko-hozyajstvennyh kultur na risovyh meliorativnyh sistemah. Pat. 2159528; Rossijskaya Federatsiya: MKI⁷ A 01 V 79/02, A 01 C7/00 – No 99115372/13; zayavl. 12.07.99.; Opubl. 27.11.2000; Byul. No 33.
14. **Hohlyuk A.P., Golovin V.L., Abramenko V.P.** Primemenenie stressovyh agromeliorativnyh priemov dlya uluchsheniya biologo-hozyajstvennyh svojstv soi / Problemy melioratsii i vodnogo hozyajstva na Dalnem Vostoke Rossii: sb. nauch. trudov DalNIIGiM. – Vladivostok: Dalnauka, 2011, vyp. 17. – S. 66-73.
15. Sposob rekuljtivatsii peschannyh zemel: pat. 2244393 Rossijskaya Federatsiya; MPK⁷ A01V 79/02. / Golovin V.L., Nosovsky V.S. Korlyakov A.S. /zayavitel i patentoobladatel DalNIIGiM;– 2003130388/12; zayavl. 14.10. 03.; opubl.20.01.05; Byul. № 2.
16. **Golovin V.L., Zhivchikov A.I.** Parovaya melioratsiya v zemledelii Dalnego Vostoka / Ekologicheskie i ekonomicheskie problem melioratsii i vodnogo hozyajstva na Dalnem Vostoke Rossii: Sb. nauch. tr. FGUP DalNIIGiM Vyp. 14. – Vladivostok: DVO DOP RAN, 2001. – S. 102-105.
17. Sposob parovoj melioratsii pochv: pat. 2159527 Rossijskaya Federatsiya; MKI⁷ A 01 V 79/00. Golovin V.L., Nosovsky V.S., Korlyakov A.S. / Method of steam reclamation of soils / Russian Patent No. 2159527;

No 99115377/13; заявитель и патентообладатель DalNIIGiM; № 99115377/13; заявл. 12.07.99; опубл. 27.11.2000; Byul. No 33.

18. Ekspluatatsiya modulnyh avtomatizirovannyh uvlazhnitelnyh system. Metodicheskie ukazaniya. / Stepanov A.N., Maistrenko M.S., Yachmenev V.V. i dr. Vladivostok: Red-izd. ot-del Primuprpoligraphizdat, 1989. – 64 c.

19. Sposob planirovki risovyh chekov s zashchitoj kanala ot zaileniya: A.s. № 1476058 (SSSR) MKI⁴ E02V 13/00. / Golovin V.L., Guzev N.A., Marakhovskiy P.F. / заявитель DalNIIGiM; – № 4307892/30-15; заявл. 22.09.87; опубл. 30.04.89; Byul. № 16.

20. **Golovin V.L., Gavrikov S.A., Nosovsky S.V.** Osobennosti razrushenij damb obvalovaniya meliorativnyh system v Primorskom krae / Problemy melioratsii i vodnogo hozyajstva na Dalnem Vostoke Rossii: sb. nauch. trudov DalNIIGiM. Vyp. 19. – Vladivostok: izd-vo Dalnauka, 2017, S. 37-46.

The material was received at the editorial office

5.10.2019 g.

Information about the authors

Golovin Victor Leonidovich, candidate of technical sciences, deputy Director General of JSC «DalNIIGiM», Professor of Far Eastern Federal University; 690014, Vladivostok, prospect Krasnogo Znameni, 66, e-mail: vgolovin.vld.vg@gmail.com

Nosovskiy Valetij Sergeevich, doctor of economic sciences, professor of Far Eastern Federal University, First Deputy General Director of Joint Stock Company «DalNIIGM»; 690014, Russia. Vladivostok, Krasnogo Znameni prospect, 66; e-mail: nosovsky@bk.ru

Vishnevskaya Vera Dmitrievna, candidate of geographic sciences, scientific secretary of Joint Stock Company «DalNIIGM»; 690014, Russia. Vladivostok, Krasnogo Znameni prospect, 66; e-mail: vishnevskaya.vd@yandex.ru

УДК 502/504:631.6:631.459:626.87

DOI 10.34677/1997-6011/2019-5-20-25

С.С. СМЕЛОВА¹, М.С. ЗВЕРЬКОВ^{1,2}

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», г. Коломна, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельскохозяйственного водоснабжения «Радуга», г. Коломна, Российская Федерация

МЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И СООРУЖЕНИЯ В ПРАКТИКЕ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ БЕРЕГОВЫХ СКЛОНОВ И ЛАНДШАФТОВ С ОПОЛЗНЕВОЙ АКТИВНОСТЬЮ

В статье рассматриваются мелиоративные мероприятия и сооружения в практике укрепления грунтов береговых склонов и ландшафтов с оползневой активностью в городских условиях. Рассматриваются причины, приводящие к возникновению оползней. Обосновывается необходимость проведения мелиоративных мероприятий на подобных территориях для обеспечения возможности ее использования в градостроительных целях. Приводится пример эффективных мелиоративных мероприятий по укреплению берегового склона реки в 2015-2019 гг. В конструктивном плане подпорные стенки выполнены в виде щитов из плоского шифера высотой до 50 см, которые крепятся на опоры, погружаемые в грунт на глубину до 1...1,5 м. Пространство между подпорными стенками заполнено грунтом. На бровке склона устраивается ловчий канал. На террасах высаживается древесно-кустарниковая и травянистая растительность. Даются рекомендации по использованию древесно-кустарниковой и травянистой растительности для укрепления подвижных грунтов. Отмечается, что при проектировании мелиоративных сооружений, обеспечивающих устойчивость склона, необходимо ликвидировать причину возникновения оползня и уже возникшие последствия. На участках, которые имеют предрасположенность к возникновению оползней необходимо проведение комплекса защитных мероприятий, основанного на совместном учете геологических, геомеханических и других особенностей территории.

Мелиорация, ландшафт, оползни, укрепление грунтов, террасы, мелиоративные сооружения.