

многолетних злаковых и бобовых трав. В среднем за пять лет урожайность сена трав на темно-каштановых почвах при орошении составила 7,2 т/га, что выше, чем на контроле, на 2,49 т/га, или на 52,9%. На лугово-каштановых почвах урожайность сена трав была выше и составила при орошении 7,56 т/га, а на контроле – 4,95 т/га. Получаемый урожай сена в целом отвечал зоотехническим требованиям. Отмечается только низкое содержание переваримого протеина, что объясняется недостаточным обеспечением трав элементами питания, в частности – азотом. Показатели зольного состава вполне удовлетворительные, соотношение кальция и фосфора в сене коостреца составляет 1:3, в сене люцерны – 1:6. Химический состав кормов, выращенных на темно-каштановой и лугово-каштановой почвах, был одинаковым как при орошении, так и на контроле.

На основании полученных данных был разработан режим орошения культур кормового севооборота хозяйственно-бытовыми сточными водами. При этом для среднесухих лет оросительная норма при поливе дождеванием должна составлять 3000 м³/га для трав и 2400 м³/га – для

зерновых культур. Рекомендуется проводить 6-8 поливов нормами 300-400 м³/га.

Заключение

Таким образом, многолетнее орошение хозяйственно-бытовыми сточными водами многолетних трав не оказывает отрицательного влияния на свойства и плодородие темно-каштановых и лугово-каштановых почв. Более того, при орошении этими водами отмечается рост корневой массы многолетних трав на 58-75%, что обеспечивает повышение их урожайности в среднем на 50% по сравнению с контролем.

Библиографический список

1. Воробьева Р.П. Эффективность применения отходов в условиях агроценозов юга Западной Сибири / Р.П. Воробьева, А.С. Давыдов. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2002. 330 с.
2. Воронкова О.Ю. Экономическое регулирование земельных отношений в АПК / О.Ю. Воронкова, В.А. Кундиус. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. С. 87.
3. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001: Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. М.: Изд-во стандартов, 2001. 5 с.



УДК 631.6.02:556.013

**Е.Д. Кошелева,
К.Б. Кошелев**

ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ НА СКЛОНАХ ПРИОБСКОГО ПЛАТО В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ БУРЛИНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА

Введение

Сооружение и эксплуатация крупных гидротехнических сооружений всегда сопровождаются значительным влиянием на отдельные природные компоненты, что в

конечном итоге приводит к изменению природной среды и условий хозяйствования. Возобновление строительства Бурлинского магистрального канала (МК) в 2002 г. сделало актуальными рассмотре-

ние влияния строящегося сооружения на прилегающую территорию и прогнозы его влияния при эксплуатации после 2010 г.

В начале трассы Бурлинский магистральный канал проходит по легкоразмываемым лессовидным суглинкам и золовым супесям Приобского плато. Рельеф местности – расчлененный, волнистоувалистый. Такие условия способствуют развитию водной эрозии. Для верхних частей водораздельных склонов характерен широкий плоскостной смыв, обусловленный стоком талых вод, в нижних частях склонов преобладают эрозионные формы балки и овраги, которые возникают даже на незначительных временных водотоках. Скорость роста оврагов на Приобском плато составляет до 2-6 м/год [1]. Наиболее интенсивный рост их происходит в период снеготаяния или обильных атмосферных осадков. Водная эрозия наносит большой вред сельскому хозяйству: в процессе смыва и размыва происходит дальнейшее расчленение территории, разрушается почвенный покров, истощается почвенное плодородие, уменьшается площадь пахотных земель и ухудшается их качество.

В связи с этим возникла необходимость: 1) оценить наличие и текущее состояние овражных систем вблизи канала; 2) путем математического моделирования установить: достигнут ли границы влияния канала на уровни грунтовых вод (УГВ) имеющихся овражных систем.

Объектами исследования являются: 1) эрозионные формы на склонах Приобского плато в пределах Бурлинского МК; 2) Бурлинский магистральный канал.

Методы исследования обуславливаются наличием двух объектов и представляют собой комплексное сочетание методов топографического дешифрирования снимков, полевых наблюдений и инженерно-геологических исследований, картографического зонирования и математического моделирования.

Экспериментальная часть

Эрозионные явления на территории Приобского плато изучались с использованием космических снимков QuickBird компании Digital Globe UTM [2], почвенных карт и результатов почвенных анализов исследуемой территории [3]. При проведении полевых наблюдений (2007 г.) измерение эрозионных форм рельефа производилось рулеткой, геодезической

рейкой и горным компасом. Стадии развития и степень активности эрозионных форм определялись в соответствии с рекомендациями Н.Н. Родзевич [4] по состоянию вершин и русла оврагов, координаты точек наблюдения – с помощью GPS-приёмника (точность ± 5 м). Выделение стадий развития водной эрозии производилось по А.М. Ивлеву и А.М. Дербенцевой [5].

Для получения прогнозируемых зон влияния Бурлинского МК после 2010 г. выполнено математическое моделирование совместного движения поверхностных и грунтовых вод данной территории [6]. Для этих целей использованы дифференциальные уравнения Буассинеса и уравнения диффузионных волн. Получено численное решение и написана программа для расчета уровней грунтовых вод (УГВ) в зоне работы канала. Входными параметрами были: планы территории с трассой канала, отметки дна канала, гидравлические параметры потока, коэффициенты фильтрации грунтов в расчетных узлах сетки, УГВ, глубина залегания водоупора и принятые коэффициенты в соответствии с физико-механическими свойствами грунтов по проекту.

Результаты и их обсуждение

Склоны Приобского плато.

В данной работе рассмотрена территория, прилегающая к двум первым бьефам Бурлинского магистрального канала, относящаяся к Обскому бассейну в пределах Приобского плато. В результате топографического дешифрирования цветных космических снимков и полевого обследования территории были выделены контура четырех овражно-балочных систем. Размеры овражных систем № 1-4 (рис. 1) соразмеримы с Бурлинским каналом, а по ширине русла, начиная с середины, значительно превосходят канал. Следует отметить положительное влияние строительства Бурлинского магистрального канала на прилегающие овражные системы, так как трасса канала в направлении «запад-восток» отсекала основную часть водосборной поверхности овражных систем № 1-3 и в направлении «север-юг» – левобережную часть водосбора овражно-балочной системы № 4.

Вершина оврага № 1, рекультивированного по проекту, находится в хорошем состоянии (рис. 2).



Рис. 1. Нумерация овражных систем в пределах Обских террас



Рис. 2. Вершина оврага № 1, рекультивированного по проекту

В 1984-1989 гг. был выполнен комплекс работ по оврагоукреплению: рубка мелколесья и кустарника, срезка грунта с бортов оврага с перемещением в насыпь оврага (1685 м³), перемещение грунта из выемки магистрального канала в засыпку оврага и его уплотнение (523250 м³), перемещение растительного грунта из отвалов МК (51550 м³). Укрепление откосов земляного полотна произведено посевом многолетних трав механизированным способом (10 га). На настоящий момент наблюдается зарастание вершины оврага кустарником (облепиха) и на фоне перехвата каналом поверхностного стока с расположенных выше земель можно говорить о низкой степени активности данной формы (0 баллов по классификации) [4].

Овраг № 2 глубиной более 6 м, находящийся в непосредственной близости от канала, перестал испытывать прежнее воздействие дождевых и талых вод. Но обследование вершины оврага выявило использование его в качестве отстойников для отходов масло-сырного завода и канализационных вод из выгребных ям жителей п. Крутиха. Для этих целей в вершине создан каскад водоёмов, разделенных тремя перемычками (рис. 3). На момент обследования (24.07.2007 г.) началось заполнение третьей емкости при достаточно регулярном привозе отходов в цистерне (до двух раз в 1 час). Овраг ниже по створу имеет большую ширину, по дну течет ручей, впадающий в Обское водохранилище.

По данным Управления «Росприроднадзора» по Алтайскому краю на

27.10.2008 г., исполняя решение Крутихинского районного суда от 23.06.2006 г., администрация Крутихинского СС передала два водоема отстойника в пользование ООО «Старатель» (В.А. Захаров) на условиях содержания полей фильтрации в надлежащем техническом состоянии и выполнения работ по их обвалованию (договоры 2006, 2007 гг.).

Вершины оврага № 3 в настоящее время отчасти засыпаны отходами промышленного предприятия, расположенного рядом с ними. Овраг частично изменен при жилищно-гражданском строительстве, осуществленном до 1991 г. по проекту «Орошение в бассейне р. Бурла Алтайского края, I очередь строительства». Оставшаяся часть имеет большое разветвленное, лабиринтовое русло, в форме каньонов, с вершинными перепадами около 5 м.

Овражно-балочная система № 4 расположена вдоль Бурлинского магистрального канала 6,5 км до своего впадения в р. Крутишку. В своей нижней части имеет форму оврага с меандрирующим постоянным водотоком с многочисленной сетью левобережных склоновых оврагов, лабиринтовых и каньонообразных (рис. 4). На правом берегу отмечаются незначительные береговые овраги меньшего размера и количества, оползни, береговые промоины. В районе моста на трассе «Камень-на-Оби – Новосибирск» происходит выклинивание грунтовых вод в виде родников на 0,5 м выше уровня воды в ручье (12.05.2007 г.) (рис. 5).



Рис. 3. Каскад из трех водоемов-отстойников в вершине оврага № 2



Рис. 4. Каньонообразные левобережные ветвления оврага № 4



Рис. 5. Выклинивание грунтовых вод на дне оврага № 4

В четвертичных отложениях на глубине 4-5 м от поверхности наблюдаются водоносный горизонт песков мелких светлых (мощность 100-110 см), а у подошвы склона – водоупорный слой голубых глин (вскрытая мощность 30-40 см), формирующих зону разгрузки.

Выпрямление русла ручья при прокладке водопропуска под мостом сопровождалось изменением русла ручья ниже по течению и подмывом берегов, что привело к развитию мелких оползневых деформаций на обоих бортах ручья. Наблюдаемые оползни по механизму смещения – оползни скольжения (по Д. Варнесу), по глубине захвата – мелкие (по А. Колену), по количеству пересекаемых слоев – инсеквентные (по Ф.П. Саваренскому), циркообразного типа, современного возраста, образовавшиеся на современном базисе эрозии.

В средней части своего продольного профиля овражная система сохраняет

большую глубину от 5 до 8 м, отвесные склоны имеет левобережные боковые ветвления в форме каньонов в северном направлении (к каналу). Общее число учтенных левобережных оврагов на отрезке продольного профиля от вершины овражно-балочной системы до моста составляет 21 форму. На большей части ее длины по дну протекает ручей. Дно оврага заросло березами и кустарником. На бортах наблюдаются оползневые явления, обвалы отвесных стенок, суффозия, формирование новых отвершков. Расстояние от оси канала до русла ручья на среднем участке длиной 3,5 км варьируется от 300 до 500 м.

В верхней части оврага глубина врезания профиля уменьшается до 3 м, и он превращается в низинную балку, заросшую деревьями (березы, ивы, кустарник) с ручьем на дне и водоподводящей ложбиной с березовым колком.

Согласно схеме развития водной эрозии в пространстве и во времени на исследуемой территории выделены все четыре стадии (I-IV) проявления склоновых эрозионных процессов: поверхностный смыв, поверхностный размыв, образование оврагов, образование русел (рис. 6). [5].

Космические снимки Приобского плато (2004 г.) в разных диапазонах длин волн электромагнитного спектра позволили на уровне экспертной оценки выделить границы интенсивного поверхностного смыва почв в весенний период на южном и восточном склоне данной территории. Береговые склоны Обской террасы имеют углы наклона до 1ε и по классификации И. Брауде относятся к пологим [5].

Следует отметить, что контур слабосмытых черноземов выщелоченных малогумусных среднесуглинистых (обозначение 13 на рисунке 6) охватывает овражно-балочную систему № 4. Канал разделил почвенный контур на две части, и очевидно, что слабосмытые черноземы по левому борту канала (относительно течения воды в канале) не испытывают прежнего воздействия талых вод с вышележащего склона.

Присутствует дополнительный фактор, снизивший активность процессов водной эрозии на данной территории. Земли между овражной системой № 2 и 3, а также между овражной системой № 4 и каналом, используемые ранее под пашню, выпали из севооборотов земледельцев и являются многолетними залежами. Это уменьшает коэффициент эрозионной опасности по Вервейко по сравнению с паром (1,00) и занятым паром (0,50) до 0,01 [5].

Прогнозируемые зоны влияния Бурлинского магистрального канала.

Для оценки будущего влияния канала на овражные системы использовались результаты моделирования взаимодействия поверхностных и грунтовых вод для одного сезона эксплуатации канала при проектных условиях работы: расход – 10 м³/с, шероховатость русла – 0,02. Прогнозируемые границы зон влияния канала на грунтовые воды получены при совместной обработке исходных, прогнозных карт и выстроенных поперечных сечений. На рисунке 7 приведены зоны влияния 2-го бьефа Бурлинского магистрального канала на УГВ прилегающей территории.

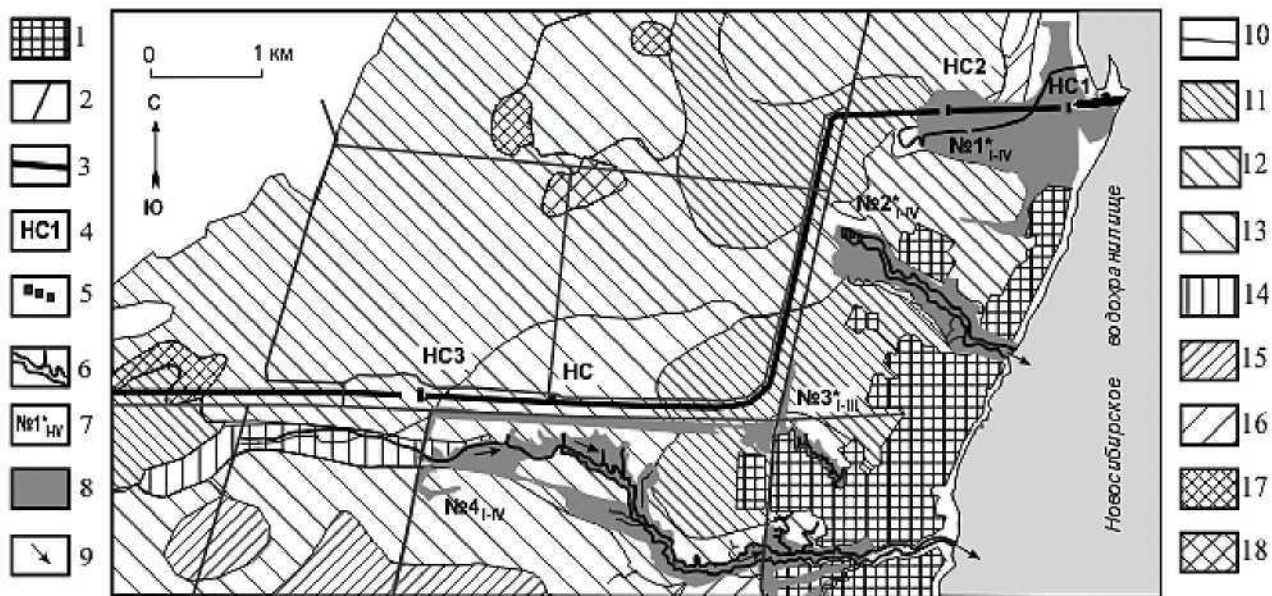


Рис. 6. Водная эрозия на склонах Приобского плато в районе 1-2-го бьефов Бурлинского магистрального канала:

- 1 – селитебные территории; 2 – дороги; 3 – трасса канала; 4 – насосная станция, ее номер; 5 – водоемы-отстойники; 6 – овражно-балочные системы; 7 – номер овражной системы и ее индексы: * – антропогенно изменена; I-IV – стадии развития водной эрозии; 8 – площади поверхностного смыва; 9 – ручейный сток; 10 – границы почвенных контуров; индексы почв: 11 – Ч_{2c}^2 , 12 – Ч_{2c}^{B2} , 13 – $\downarrow \text{Ч}_{2c}^{B2}$, 14 – $\text{Ч}_{л2c}^{B2}$, 15 – $\cup \text{Ч}_{л1}^{B1}$, 16 – $\downarrow \text{Ч}_{1c}^{B2}$, 17 – Сд_{2c}^2 , 18 – $\text{С}_{2-2c}^{\text{OC}}$

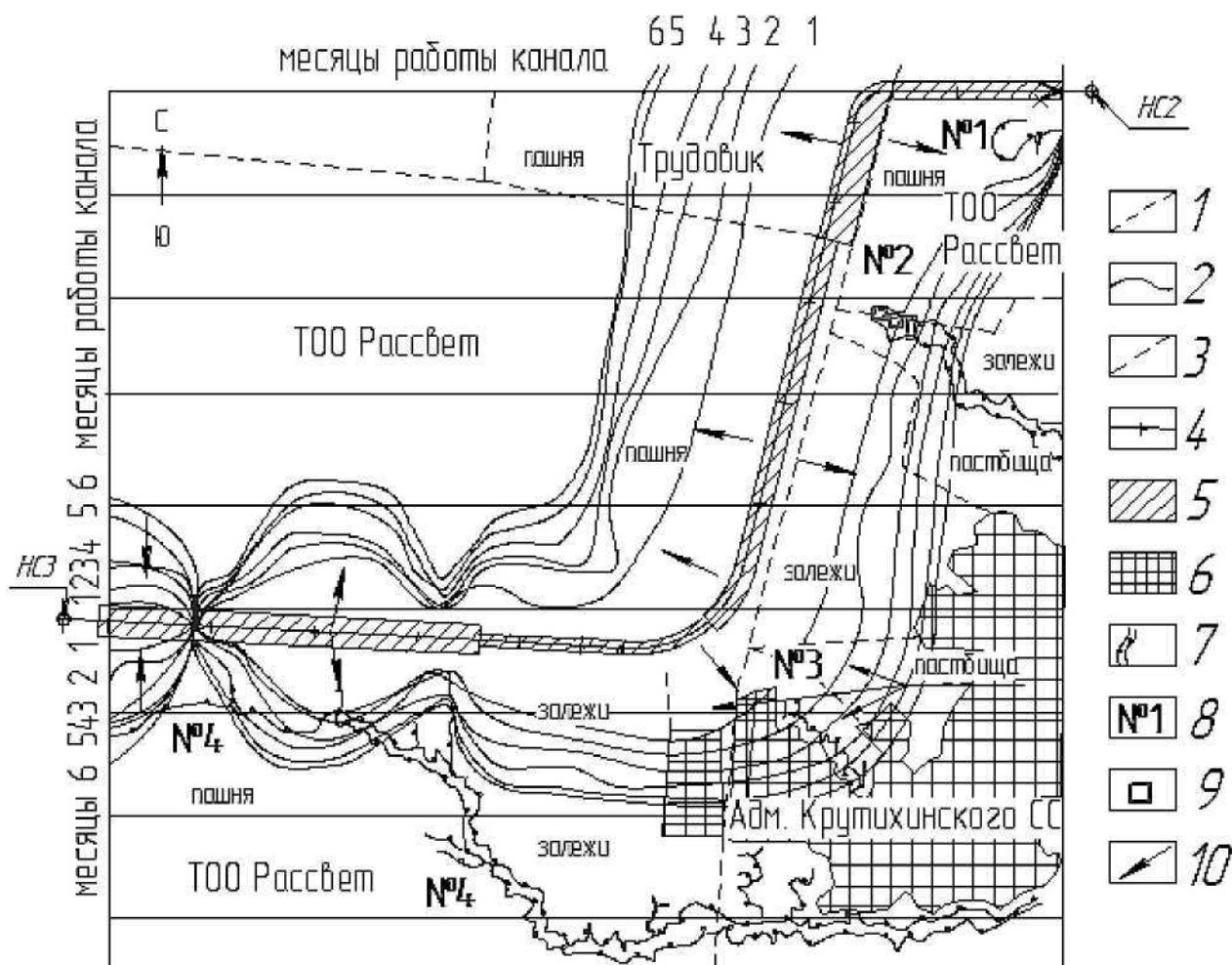


Рис. 7. Фрагмент карты прогнозируемых зон влияния 2-го бьефа Бурлинского МК на УГВ при $Q = 10 \text{ м}^3/\text{с}$, $n = 0,02$:

- 1 – границы землепользователей; 2 – границы зоны влияния канала на УГВ через 1-6 месяцев работы; 3 – границы угодий; 4 – трасса канала; 5 – полоса отвода земель под канал;
- 6 – селитебные территории п. Крутиха; 7 – овражные системы; 8 – номера овражных систем;
- 9 – водоемы-отстойники; 10 – направление фильтрации (из канала и в канал)

Зоны влияния Бурлинского магистрального канала на УГВ выходят за пределы полосы отвода земель по проекту и достигают водоемов-отстойников (пикет 35+00 трассы канала) и овражно-ручейной системы № 4 в верхнем течении (пикеты 74+00...67+00) после первого месяца эксплуатации канала в проектном режиме ($Q = 10 \text{ м}^3/\text{с}$, $n = 0,02$).

Такая ситуация требует проведения соответствующих экспертиз рисков для функционирующей системы каскадных водоемов-отстойников, овражная система которых соединена с Новосибирским водохранилищем. Представляется полезным использование созданной программы для расчетов новых положений уровней грунтовых вод при эксплуатационных режимах работы канала ($Q = 5 \text{ м}^3/\text{с}$, $n > 0,02$) после 2010 г.

Выводы

1. Строительство Бурлинского магистрального канала улучшило эрозионное состояние прилегающих земель, так как сопровождалось работами по укреплению оврагов, а местоположение канала уменьшило площади водосбора существующих овражных систем.
2. Эксплуатация Бурлинского магистрального канала вызовет фильтрацию воды и появление зон влияния канала на УГВ прилегающих земель.
3. В местах достижения зон влияния канала на УГВ границ существующих овражных систем необходимо проводить наблюдение за системами № 2 и 4 (после снеготаяния, в середине и конце эксплуатационного периода), а также решить вопрос о переносе водоемов-отстойников из зоны влияния канала.

Библиографический список

1. Путилин А.Ф. Эрозия почв в лесостепи западной Сибири / А.Ф. Путилин. Новосибирск: СО РАН, 2002. 184 с.
2. Карты Google [Электронный ресурс] / Google; изображения Terra Metrics; данные карты AND, Geocente Consulting, NFGIS, Europa Technologies. 2008. Режим доступа: <http://maps.google.com>.
3. Почвы колхоза «Рассвет» Крутихинского района и рекомендации по их использованию: отчет по НИР: пояснительная записка / Львовский ордена Ленина гос. ун-т им. Ив. Франко; науч.-исслед. сектор; науч.-исслед. лаб. № 50; зав. лаб. М.Г. Кит ; науч. рук. Я.С. Кравчук. Львов, 1986. 50 с.
4. Родзевич Н.Н. Оценка интенсивности роста оврагов по их морфологическим признакам / Н.Н. Родзевич, Л.Е. Сетунская // Известия АН СССР. Серия Географическая. М., 1961. № 3. С. 91-95.
5. Ивлев А.М. Охрана почв / А.М. Ивлев, А.М. Дербенцева. Владивосток: Дальневосточный ун-т, 1985. 100 с.
6. Кошелева Е.Д. Прогноз зон влияния Бурлинского магистрального канала / Е.Д. Кошелева, К.Б. Кошелев // Вестник алтайской науки. 2008. № 1(1). С. 195-203.

