УДК 631.6.02

**Методические подходы к проектированию комплексов
противоэрозионных мероприятий в Кабардино-Балкарской Республике**

Шекихачева Л.З., Езиев М.И.

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова

Аннотация

Представлены подходы к проектированию и созданию комплексов противоэрозионных мероприятий, в основе которых лежит определенный алгоритм мер, учитывающий заранее определенные параметры. Предлагаемые подходы были разработаны на основе результатов многолетних исследований, проведенных на конкретных объектах с определенными природно-антропогенными условиями. Кроме того, эти подходы были реализованы на определенных территориальных объектах Кабардино-Балкарской Республики с подробно изученными природными и антропогенными условиями.

Ключевые слова: ПОЧВА, ИНТЕНСИФИКАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ, ОЦЕНКА, ЭРОЗИЯ, ЗАЩИТА, КОМПЛЕКС, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

Введение

Благоприятные природно-климатические условия и высокий потенциал почв создают предпосылки для эффективного ведения сельскохозяйственного производства в Кабардино-Балкарской Республике (КБР). Вместе с тем в последние годы наблюдается тенденция к уменьшению производства сельскохозяйственной продукции. Одной из основных причин этого является существенное снижение продуктивности почв, ухудшение их агрономически и экологически важных свойств. Не последнюю роль в этих негативных проявлениях играют эрозионные процессы [1-4].

Интенсификация эрозионных процессов и их распространение на большие территории приводят к существенной деградации почв, вызывают большие убытки в сельском хозяйстве и в целом ставят под угрозу безопасное развитие общества. Вследствие прояв-

ления эрозионных процессов снижается плодородие почв, теряются внесенные в почву удобрения, повреждаются посевы сельскохозяйственных культур, снижаются урожаи, заиливаются реки и каналы, ухудшается здоровье населения. Эрозия ежегодно отнимает у земельного фонда КБР большие площади.

Таким образом, создание эффективной системы охраны почв от эрозии является приоритетной задачей, без решения которой достижение устойчивого землепользования и вообще безопасного развития сельского хозяйства в регионе невозможно.

Лучший почвозащитный эффект достигается в случае применения не отдельных противоэрозионных мероприятий, а их взаимосвязанных и взаимосогласованных комплексов. Именно путем создания и функционирования эффективных комплексов противоэрозионных мероприятий и достигается обеспечение экологической устойчивости агропроизводственных систем в эрозионно опасных регионах.

Существующие рекомендации по проектированию противоэрозионных комплексов требуют доработки с учетом методологических подходов создания эколого-ландшафтных систем земледелия и накопленного практического опыта. Всесторонний анализ накопленной научно-практической информации о взаимодействии многочисленных природных, антропогенных и социально-экономических факторов в условиях применения почвозащитных систем земледелия [5-15] возможен сегодня только на основе широкого применения современных информационных технологий и компьютерной техники. При этом снимаются почти все препятствия по многовариантному моделированию и нахождению оптимальных вариантов почвозащитных систем земледелия, обеспечивающих максимальную прибыль, расширенное восстановление почвенного плодородия и охране окружающей среды с учетом конкретных почвенно-климатических условий.

Огромное многообразие природных и антропогенных условий Кабардино-Балкарской Республики (КБР) и необходимость упрощенного освоения методики проектирования противоэрозионных комплексов большим количеством специалистов требуют более гибкого, расчетно-нормативного подхода к проектированию противоэрозионных комплексов, основанного на упрощенных расчетах, позволяющих технологически и беспристрастно учесть особенности природно-антропогенных условий местности. Такой расчетно-нормативный подход позволит избежать шаблонного проектирования противоэрозионных комплексов во время широкого их внедрения в пределах КБР.

Результаты исследования

Одним из самых апробированных расчетных подходов к проектированию противоэрозионных комплексов является подход, основанный на расчетах объемов водного стока в пределах определенной территориальной единицы.

На основе имеющихся данных определяется поверхностный сток талых и дождевых вод с каждого участка конкретного вида использования. С учетом эрозионных ветров и объема стока на этих участках выполняется комплекс агротехнических противоэрозионных мероприятий. После этого необходимо рассчитать задержанный и окончательный сток. В зависимости от величины окончательного стока проектируют водорегулирующие лесные полосы. Если и после этого сток не прекращается, избыток стока необходимо полностью задержать или безопасно сбросить с помощью гидротехнических противоэрозионных мероприятий.

Разработка комплекса противоэрозионных мероприятий начинается с полевого обследования территории, обработки его результатов и почвенно-эрозионного картирования. Во время почвенно-эрозионного картирования проводят следующие работы:

- общее маршрутное ознакомление с обследуемой территорией;
- закладки разрезов и предварительное определение степени эродированности почв;
- отбор образцов для последующего определения количественных показателей почвы;
- сбор сведений об использовании земель и агропроизводственных свойствах почв;
- выделение контуров смытых почв и их комплексов;
- окончательное камеральное уточнение контуров смытых почв и их комплексов по материалам дистанционного зондирования;
- оформление почвенной (почвенно-эрозионной) карты;
- сдача и прием полевых и картографических работ.

С целью повышения точности, объективности и экономичности картографирования эродированных почв следует использовать методы дистанционного зондирования.

Для разработки противоэрозионных комплексов используют планово-картографические материалы масштаба 1: 10000 или 1: 5000 с горизонталями, на которые наносят грунтовые контуры и легенду к почвенной карте. Затем на карту с почвенными контурами наносят элементарные водоемы и в их пределах – важную полевую информа-

цию (места закладки разрезов, скважин, трассы закладки почвенно-геоморфологических профилей и т. д.).

Далее рассчитывают слои и объемы стока талых и ливневых вод 10%-ной обеспеченности с конкретных участков различного сельскохозяйственного использования. Слой стока за период весеннего половодья вероятностью превышения $p=10\%$ вычисляют по формуле:

$$h_{p\%} = (k_1 h_{cc} - k_2) k_{cc} k_{\text{вс}} k_{\text{эс}}, \quad (1)$$

где: $h_{p\%}$ – слой стока за период весеннего половодья определенной вероятности превышения, мм; h_{cc} – слой стока за период весеннего половодья вероятностью превышения $p=1\%$, мм; k_1, k_2 – коэффициенты перехода от слоя стока за период весеннего половодья вероятностью превышения $p=1\%$ до слоя стока вероятностью превышения $p=10\%$ (для лесной зоны $k_1=0,69$, $k_2=10$; для лесостепной и степной зон $k_1=0,66$, $k_2=15$); k_{cc} – коэффициент, учитывающий снижение слоя стока за период весеннего половодья в результате облесения водосбора; $k_{\text{вс}}$ – коэффициент, учитывающий влияние видов вспашки на слой стока за период весеннего половодья (при площади водосбора $F \leq 0,05 \text{ км}^2$ k равна: для вспашки поперек склона – 0,8, вспашки вдоль склона – 1,2, для целины – 1,3; при площади водосбора $F > 0,05 \text{ км}^2$ значение k принимается равным 1); $k_{\text{эс}}$ – коэффициент расчета влияния экспозиции склонов.

Коэффициент, учитывающий снижение слоя стока за период весеннего половодья в результате облесения водосбора, определяют следующим образом:

$$k_{cc} = \frac{1}{1 + 0,01 F_{\text{л}}}, \quad (2)$$

где $F_{\text{л}}$ – площадь леса на водосборе, %.

Для замкнутых водосборов, устьев балок, донных оврагов и при расчете слоя стока в целом по хозяйству коэффициенты $k_{\text{вс}}$ и $k_{\text{эс}}$ равны 1. Объем стока весеннего половодья вероятностью превышения $p=10\%$ $W_{10\%}$ (м^3) рассчитывают по формуле:

$$W_{10\%} = 1000h_{10\%}F_{\epsilon}, \quad (3)$$

где: $h_{10\%}$ – слой стока за период весеннего половодья вероятностью превышения $p=10\%$, мм; F_{ϵ} – площадь водосбора, км².

Слой дождевого паводкового стока вероятностью превышения $p=10\%$ на водосборах лесной зоны площадью $F_{\epsilon} < 50$ км² и на водосборах лесостепной и степной зон площадью $1 < F_{\epsilon} < 50$ км² определяют по формуле:

$$h_{10\%} = h_{1\%} \Psi_c \Omega_{p\%}, \quad (4)$$

где: $h_{10\%}$ – слой дождевого паводкового стока вероятностью превышения $p=10\%$, мм; $h_{1\%}$ – суточный слой осадков вероятностью превышения $p=1\%$, мм; Ψ_c – объемный коэффициент стока; $\Omega_{p\%}$ – переходный коэффициент от вероятности превышения $p=1\%$ к вероятности превышения $p=10\%$.

Слой дождевого паводкового стока вероятностью превышения $p\%$ для рек степной и лесостепной зон по площади водосбора $F_{\epsilon} \leq 1$ км² следует вычислять по формуле:

$$h_{p\%} = Y_t h_{1\%} \Psi_c \Omega_{p\%}, \quad (5)$$

где: $h_{p\%}$ – слой дождевого паводкового стока вероятностью превышения $p\%$, мм; Y_t – ордината кривой редукции слоя осадков, соответствующая времени $t=150$ мин.

Объем дождевого стока ($W_{10\%}$) следует определять по формуле (3), в которой величина слоя дождевого стока ($h_{10\%}$) рассчитывается по формулам (4) или (5).

Сток талых и дождевых вод 10%-ной обеспеченности с каждого участка конкретного вида использования определяют по формуле:

$$h = \frac{h_{10\%} F_{\Sigma} K_{\Sigma}}{K_1 F_1 + K_2 F_2 + \dots K_n F_n}, \quad (6)$$

где: $h_{10\%}$ – сток 10% -ной обеспеченности с площади водосбора, мм; F_{Σ} – общая площадь

водосбора, га (км^2); $F_1, F_2, \dots, F_n$ – площади участков сельскохозяйственных культур и других угодий, расположенных на почвах разной степени эродированности, га (км^2); K_Σ – суммарный коэффициент многофакторной зависимости стока от степени смытости почв, культуры (угодья) и генетического типа почвы со всех участков; $K_1, K_2, \dots, K_n$ – коэффициенты многофакторной зависимости стока с конкретных участков, полученные перемножением частных коэффициентов зависимости стока от степени смытости почв, культуры (угодья) и генетического типа почвы (коэффициенты зависимости стока от смытости: для не смытых почв – 1; слабосмытых – 1,20; среднесмытых – 1,35; сильносмытых – 1,45; коэффициенты зависимости стока от вида сельскохозяйственных культур (угодий): для расчета стока талых вод – для зяби – 1; озимых культур сплошного сева – 1,85; многолетних трав – 1,50; лесополос и леса – 0,37; естественных кормовых угодий – 1,36; для расчета стока ливневых вод – для многолетних трав – 1; озимых культур сплошного сева – 1,30; яровых культур сплошного сева – 1,50; пропашных культур – 1,55; коэффициенты зависимости стока от генетического типа почв: для оподзоленных почв – 0,80; черноземов – в среднем 0,57; каштановых почв – 0,70).

Для участков под естественными кормовыми угодьями и лесом, если отсутствуют данные распределения их площадей по генетическим типам почв, следует вычислять средний коэффициент для распространенных основных типов почв в регионе.

Крутизна склонов и их экспозиция учитываются через интегральный показатель – степень эродированности почв.

По материалам гидрологических расчетов составляют картограмму поверхностного стока и потенциального смыва почв. Для этого используют топопланы (в масштабе 1 : 10000 с сечением рельефа 2,5 м), на которых проводят водораздельные линии между основными звеньями гидрографической сети (реки, долины, лощины и т.д.). В их пределах выделяют элементарные водоемы котловин и других водотоков, по которым определяют слой и объем поверхностного стока при существующем использовании территории и составляют картограмму объемов стока на 1 пог. м склона.

Непосредственное планирование противоэрозионного комплекса начинается с планирования агротехнических мероприятий. Сначала разрабатывают севообороты, которые

должны отвечать двум основным требованиям: обеспечивать высокую урожайность сельскохозяйственных культур и предупреждение эрозионных процессов. Далее планируются агротехнические приемы, которые способствуют механической задержке стока (создание противоэрозионного микрорельефа), повышают водопроницаемость почв (щелевание, глубокая вспашка и вспашка с почвоуглублением, снегозадержание, сев поперек склона и т.п.) и увеличивают эрозионную устойчивость почвенной поверхности (плоскорезная обработка, буферные полосы, полосное размещение культур, кулисы и т.п.).

На естественных кормовых угодьях выполняют ряд мер по их коренному и поверхностному улучшению.

Затем определяют объем стока, который задерживается введенными агротехническими мероприятиями.

Если после введения вышеуказанных агротехнических противоэрозионных мероприятий имеется остаточный сток, то его следует зарегулировать лесомелиоративными противоэрозионными мероприятиями. На участках с высокой эрозионной опасностью лесомелиоративные меры усиливают простыми гидротехническими сооружениями (канавы, водозадерживающие валы). После этого определяют объем стока, который задерживается введенными лесомелиоративными мерами.

Если же введение всех перечисленных агротехнических и лесомелиоративных мероприятий не обеспечивает полное задержание стока или безопасный сброс его излишков, то противоэрозионный комплекс следует дополнять гидротехническими мероприятиями – валами-террасами, валами-канавами, лиманами, распылителями стока, разнообразными водоудерживающими сооружениями. В зависимости от интенсивности проявления эрозионных процессов проектируются как отдельные виды сооружений, так и различные их сочетания.

Вывод

В результате проведенных исследований установлено, что при проектировании противоэрозионных комплексов следует иметь в виду, что противоэрозионные мероприятия в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения должны обеспечивать максимальное задержание стока, в зоне нормального увлажнения – задержание стока, его безопасный отвод, в зоне избыточного увлажнения – максимально безопасный отвод и сброс сто-

ка.

Список использованных источников

1. Бжеумыхов В.С., Шекихачев Ю.А. Основные направления рационального использования, охраны и улучшения почвенных ресурсов в Кабардино-Балкарской Республике // [Электрон. ресурс] АгроЭкоИнфо– Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2017/4/st_412.doc
2. Шекихачев Ю.А., Пазова Т.Х., Сохроков А.Х., Дохов М.П., Кишев М.А., Шекихачева Л.З., Твердохлебов С.А. Обоснование системы противоэрозионной обработки почв в Кабардино-Балкарской Республике // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 97. – С. 432-441.
3. Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М. Основные направления повышения экологической эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения // В сборнике: Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея профессора Б.Х. Фиапшева. – Нальчик. – 2021. – С. 243-246.
4. Апажев А.К. Устойчивость развития регионов в условиях пространственно-экономических трансформаций // В сборнике: Устойчивость развития территориальных экономических систем: глобальные тенденции и концепции модернизации. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции памяти профессора Б.Х. Жерукова. – 2016. – С. 10-13.
5. Шекихачева Л.З., Атаев М.А., Жемухов Р.А. Минимизация экологических рисков в горных и предгорных агроландшафтах // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса России. Сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения Х.Г. Урусмаметова. – 2018. – С. 254-257.
6. Шекихачева Л.З., Зотов Р.А., Шоров А.З. Системный анализ экологических факторов агроэкосистем // В сборнике: Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения. Сборник научных трудов IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Хазретали Умаровича Бугова. – 2020. – С. 327-331.
7. Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Т. 44. – № 2. – Р. 239-243. URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195587959>.
8. Шекихачева Л.З., Архестов К.А., Туменов К.Х. Охрана окружающей среды и по-

лучение экологически чистой продукции // В сборнике: Инновации в агропромышленном комплексе. Материалы VI Межвузовской научно-практической конференции сотрудников и обучающихся аграрных вузов Северо-Кавказского Федерального Округа, посвященной 100-летию со дня рождения профессора З.Х. Шауцукова. – 2017. – С. 157-160.

9. Апажев А.К., Гварамия А.А., Маржохова М.А. Феномен устойчивости социо-эколого-экономического развития и саморазвития аграрно-рекреационных территорий // Сибирская финансовая школа. – 2015. – № 5 (112). – С. 22-26.

10. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Hazhmetov L.M., Fiapshiev A.G., Shekikhacheva L.Z. Mathematical model of the effective use of reclaimed lands in the South of Russia // Journal of Physics: Conference Series. 1889. 2021. 032033. DOI: [10.1088/1742-6596/1889/3/032033](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1889/3/032033). URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1889/3/032033/pdf>.

11. Апажев А.К. Основные направления реализации политики энергосбережения и повышения энергоэффективности // В сборнике: Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения. Сборник научных трудов IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Хазретали Умаровича Бугова. – 2020. – С. 8-11.

12. Apazhev A.K., Berbekov V.N., Shekikhachev Y.A., Hazhmetov L.M., Bakuev G.H., Shekikhacheva L.Z. Environmental engineering approach for ecologization of plant protection systems // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk, Russia. – 2020. – С. 62002. DOI: [10.1088/1757-899X/919/6/062002](https://doi.org/10.1088/1757-899X/919/6/062002). URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/919/6/062002/pdf>.

13. Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Пазова Т.Х., Шекихачева Л.З., Курманова М.К. Математическое моделирование процесса возникновения водной эрозии // [Электрон. ресурс] АгроЭкоИнфо– Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2020/2/st_222.pdf

14. Шекихачев Ю.А., Хажметова А.Л. Исследование механизма водной эрозии почв // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2020. – № 4 (30). – С. 87-93.

15. Бжеумыхов В.С., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М. Исследование устойчивости склоновых агроландшафтов // [Электрон. ресурс] АгроЭкоИнфо– Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2017/4/st_407.doc.
=====

Цитирование:

Шекихачева Л.З., Езиев М.И. Методические подходы к проектированию комплексов противоэрозионных мероприятий в Кабардино-Балкарской Республике [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/5/st_516.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20215516>