

Шекихачев Ю. А., Хажметова А. Л.

Shekikhachev Y. A., Khazhmetova A. L.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ

RESEARCH OF THE MECHANISM OF WATER EROSION OF SOILS

Основным принципом при сельскохозяйственном освоении новых и использовании ранее освоенных территорий должно быть сохранение и воспроизводства природных элементов экологической инфраструктуры с тем, чтобы в полной мере использовать и восстанавливать присущие природному ландшафту свойства саморегуляции и самоорганизации. Решение проблемы охраны земель и почв от эрозии должно производиться с учетом различных факторов: природно-климатические, ландшафтные, почвенные, экологическое состояние, степень урбанизации и развитие инфраструктуры. Все это требует принципиально различных подходов к направлениям сельскохозяйственного производства в этих регионах, которые соответствуют их специализации с учетом перечисленных факторов. Процесс водной эрозии почв состоит из разрушения почв каплями дождя и потоками воды, сформировавшиеся на поверхности склона в результате выпадения дождя (природных, искусственных) или таяния снега, транспортировке почвенных частиц и агрегатов и их отложения. Кроме того, следует учесть, что на начальной стадии выпадения дождя (ливни) до появления на поверхности почвы пленки воды влияние капель дождя оказывается в оплывании грунтовых комков и уплотнении верхнего слоя почвы, что играет важную роль в уменьшении водопоглощения почвы и формировании поверхностного стока. До появления на грунтовой поверхности водной пленки капли дождя всасываются в грунт и перемещения грунта вниз по склону не происходит. На основании изложенного, в работе исследован механизм водной эрозии почв с целью повышения эффективности борьбы с ней.

Ключевые слова: почва, эрозия, защита, охрана, моделирование, эффективность.

The main principle in the agricultural development of new and the use of previously developed territories should be the preservation and reproduction of natural elements of the ecological infrastructure in order to fully use and restore the properties of self-regulation and self-organization inherent in the natural landscape. The solution to the problem of protecting lands and soils from erosion should be made taking into account various factors: natural and climatic, landscape, soil, ecological state, degree of urbanization and infrastructure development. All this requires fundamentally different approaches to the directions of agricultural production in these regions, which correspond to their specialization, taking into account the listed factors. The process of water erosion of soils consists of the destruction of soils by rain drops and streams of water formed on the surface of the slope as a result of rain (natural, artificial) or melting of snow, transportation of soil particles and aggregates and their deposition. In addition, it should be taken into account that at the initial stage of rainfall (downpours), before the appearance of a water film on the soil surface, the effect of rain drops is in the flowing of soil lumps and compaction of the upper soil layer, which plays an important role in reducing soil water absorption and the formation of surface runoff. Until a water film appears on the soil surface, rain drops are absorbed into the soil and the soil does not move down the slope. Based on the foregoing, the work investigated the mechanism of water erosion of soil in order to increase the efficiency of its control.

Key words: soil, erosion, protection, modeling, efficiency.

Шекихачев Юрий Ахметханович –

доктор технических наук, профессор кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик
Тел.: 8 928 077 33 77
E-mail: shek-fmep@mail.ru

Хажметова Алина Лиуановна –

ассистент кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик
Тел.: 8 988 922 78 27
E-mail: a.khazhmetova@mail.ru

Shekihachev Yuri Akhmetkhanovich –

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik
Tel.: 8 928 077 33 77
E-mail: shek-fmep@mail.ru

Khazhmetova Alina Liuanovna –

Assistant of the Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik
Tel.: 8 988 922 78 27
E-mail: a.khazhmetova@mail.ru

Введение. Смыв и размыв почвы водными потоками можно условно разделить на четыре периода. Начальному периоду соответствует появление первых видимых признаков отрыва почвенных частиц и агрегатов. Этот период наступает почти сразу после действия водного потока на влагонасыщенную почву. В рамках этого периода возникает отрыв непрочно связанных с грунтовым массивом частиц и агрегатов [1,2].

При увеличении скорости потока он углубляется в почву, и отрыва противодействуют вес агрегатов, связность между этими агрегатами (а также между дольками и агрегатами). Дальнейшее действие водного потока вызывает инициацию второго периода. В рамках этого периода прекращается смыв верхнего разрыхленного слоя и наступает так называемый «инкубационный период», при котором выступы почвенной поверхности накапливают деформации и повреждения в результате действия стока [3,4]. То есть, в результате действия турбулентного водного потока на шероховатости и на почвенные агрегаты ослабляются их связи с основной массой почвы (а также связи между частицами и агрегатами) и возникают предпосылки для их отрыва. Отрыв всегда предшествует возникновению «слабых мест», в которых сосредотачиваются повышенные напряжения, которые, в конечном счете, и приводят к отрыву, то есть к разрушению поверхностного слоя.

Когда выступы, агрегаты, частицы начинают массово отрываться и уноситься потоком, наступает третий период. В результате протекания этого периода с поверхности почвы вымываются «уставшие» выступы, появляются ямки и бугорки. Поверхность становится волнистой, ямчато-бугристой.

После завершения этого периода наступает четвертый период, который называется периодом стабилизации, при котором интенсивность эрозии резко снижается. Причиной этого следует считать снижение скорости течения склонового потока вследствие увеличения шероховатости почвенной поверхности, а также оставления на поверхности почвы наиболее прочно связанных частиц и агрегатов (в результате селективности эрозии).

Результаты исследования. Одним из характерных признаков начальной стадии эрозии (когда почва является сухой) происходит взрывное изъятие воздуха из почвы в результате заполнения влагой. Это явление вызывает большое дезинтегрирующее воздействие на почвенные агрегаты. На сухих почвах это явление – одно из главных, которое вызывает эрозию.

После появления на поверхности почвы водной пленки капли дождя при ударе о поверхность разбрызгиваются, захватывая при этом частицы почвы. При ударе капли о поверхность почвы в результате трения ее нижняя часть расплющивается, вследствие

чего площадь ударного воздействия капли увеличивается.

Отрыв частиц почвы и их разбрызгивание прекращается только при наличии слоя воды более 5-6 диаметров капель. В этом случае слой воды поверхностного стока защищает почву от непосредственного разрушающего действия капель, хотя капли увеличивают турбулентность потоков и тем самым могут интенсифицировать эрозионный процесс (это явление происходит лишь при небольшой глубине потока) [1, 2, 5-8].

Кроме уже отмеченной роли крупных капель в диспергации почвенного материала, они также выполняют большую работу по уплотнению поверхностного слоя почвы и его коагуляции продуктами разрушения почвенных агрегатов, что способствует образованию почвенной корки с уменьшенной во много раз водопоглощающей способностью, что влечет интенсификацию стока, а вместе с ним и смыва.

При ливнях на ровной поверхности вследствие того, что разбрызгивание почвы происходит во всех направлениях одинаково, латерального перемещения почвы не происходит. В то же время на склоновых поверхностях вследствие различной длины траекторий перемещения разбрызгивающихся частиц происходит постепенное перемещение частиц почвы вниз по склону.

Кроме такого перемещения почвенных частиц, разбрызганные частицы почвы переносятся также водными потоками, в которые они попадают с межструйковых участков в результате разбрызгивания.

Количество перемещенного путем разбрызгивания почвенного материала составляет небольшую долю в общих потерях почвы с поверхностными водными потоками. Основная доля общих потерь почвы приходится на эрозионное действие собственно водных потоков [1, 2, 9-11].

На следующей стадии эрозионного процесса повышение интенсивности дождя и накопление массы выпавшей воды вызывает поверхностный сток. Вначале поверхностный сток протекает в виде микроструек. По мере продолжения или усиления дождя отдельные микроструи концентрируются и превращаются в ручьи, направление которых обычно совпадает с

направлением максимального уклона склона. Зародившиеся ручьи присоединяются к ручьям, берущим свое начало выше по склону. Как правило, эти отдельные потоки разделены пространством, покрытым только тонкой водной пленкой. Установлено, что в этих ручьях, в отличие от микроструек, преимущественно наблюдается турбулентный режим движения потока.

В результате дальнейшего продолжения выпадения осадков ручьи еще больше концентрируются, благодаря чему возрастает их размывающая способность.

Ручьевые водные потоки или занимают существующие понижения в рельефе, или самостоятельно формируют такие понижения, или последовательно происходят оба этих явления: водный поток занимает понижения, увеличивая свое эрозионное действие.

Склоновые потоки, как правило, имеют неравномерную глубину и сложный продольный профиль с многочисленными уступами и быстротоки, что также увеличивает эрозионную способность потоков. Это объясняется локальным увеличением скоростей в таких местах и более концентрированным действием водных струй на почву. При средних скоростях потока, недостаточных для отрыва частиц, все же имеют место локальный размыв и смыв почвы, усиление эрозионного действия струй воды, падающих с уступов. Регрессивное перемещение уступов играет существенную роль в эрозионных процессах (особенно в период весеннего снеготаяния и при поливах по бороздам).

Работа склонового потока расходуется на трение, на преодоление сил сопротивления, обусловленных шероховатостью поверхности дна потока, на преодоление сил связности между агрегатами, на их отрыв, а также на формирование новых трещин и поверхностей.

Таким образом, процесс эрозии на склоне можно условно разделить на межструйковую и ручейную эрозию. Это деление условное, так как на самом деле эти составляющие в значительной степени перекрываются. В основе такого деления лежит подход, согласно которому участки склона дифференцируются на зоны с доминирующим плоскостным мелким потоком и, соответственно, с прямым воздействием дождевых капель, и зоны с

маленькими каналами, где концентрируются потоки (ручьи).

Разрушение почвы в ручьях осуществляется, главным образом, за счет размыва, тогда как основной механизм разрушения в межструйковой области обусловлен энергией капель дождя. Межструйковые области являются поставщиками частиц почвы в ручьевые области.

Отделенные от основной массы почвы каплями дождя или водным потоком почвенные частицы и агрегаты, в зависимости от соотношения взаимодействующих сил, перемещаются или путем скольжения, или перекачивания, или скачкообразно, или в суспензионном (взвешенном) состоянии. В зависимости от своего размера, скорости течения воды и стремительности склона почвенная частица переносится до остановки у препятствий (выступы склона, более крупные частицы и т.п.) или к участку, где загруженность потока превышает его транспортирующую способность. Большие ручьи способны транспортировать (путем перекачивания) почвенные частицы диаметром до 10-15 см, которые приобретают в процессе движения кругообразные формы. Поступление больших комков почвы в поток связано с динамическим воздействием потока, с действием струй, падающих с микроуступов, а также с обрушением берегов русел ручьями и разрушением подмытых микроуступов.

В общем, ручьи по транспортирующей способности можно разделить на два типа. В ручейках первого типа, не способных самостоятельно отрывать частицы почвы, транспортируются наносы, поступающие со стоком пластовых потоков, а также материал, оторванный каплями.

В ручейках второго типа, способных к самостоятельному размыву русла, транспортируются наносы разных размеров – от глинистых частиц до комков диаметром до 10-15 см. Здесь частицы и комки отрываются от ложа ручья благодаря энергии самого потока, а также благодаря гидромониторному эффекту струй, падающих с микроуступов. Многие почвы попадают в ручейки в результате обрушения берегов и подмытых уступов.

Способность водных потоков отрывать и транспортировать грунтовые частицы

определяется их скоростью, глубиной и турбулентностью. Отрыв частиц от основной массы грунта происходит под действием совокупности сил, обусловленных динамическим воздействием склонового потока, сформировавшегося на поверхности, а также в процессе диффузионного выщелачивания растворимых компонентов почвы и их отслоения при размокании и набухании [10, 11].

Силы, способствующие отрыву частиц почвы, следующие: лобовое давление потока, подъемная сила и тангенциальная (направленная параллельно поверхности склона) составляющая силы тяжести. Лобовая сила – алгебраическая сумма сил положительного давления потока на переднюю грань частицы почвы, и отрицательного давления – вследствие образования за частью зоны завихрений и циркуляций – на заднюю. Размер лобовой силы пропорционален квадрату донной скорости и площади сечения частицы. Подъемная сила возникает вследствие различия в скоростях обтекания нижней и верхней граней неподвижной частицы. Согласно закону Бернулли, в зоне больших скоростей течения – над верхней гранью частицы – возникают зоны пониженного давления, в местах малых скоростей – вдоль нижней грани частицы – повышенного давления. Подъемная сила на дне склонного потока пропорциональна квадрату его придонной скорости [12, 13].

Препятствуют отрыву частиц почвы: перпендикулярная поверхности склона, составляющая силы тяжести, силы механического содержания частиц почвы корнями растений и сила сцепления частицы с массивом почвы.

При равновесии всех действующих на частицу почвы сил, перемещения частиц не происходит. В этом случае поток характеризуется неразмывающей скоростью – наибольшей скоростью потока, при которой не происходит перемещения частиц почвы. В случае превышения скорости поверхностного стока некоторого критического для данной почвы значения достигается размывающая скорость – наименьшая скорость, при которой наступает непрерывный отрыв почвенных частиц. Достижение и превышение размывающей скорости вызывает

разрушение почвы и перемещение продуктов разрушения вниз по склону.

Вследствие неровности почвенной поверхности, склоновый сток происходит в виде ручейков разного размера, в которых концентрируются склоновые потоки. С увеличением величины склонового стока площадь покрытия поверхности склонов стекающими потоками увеличивается, но полного затопления поверхности, как правило, не происходит.

Концентрация склоновых потоков в ручьи, размер которых увеличивается вниз по склону, играет решающее значение в процессе смыва почвы, поскольку при гипотетически равномерном распределении стекающей воды по всей ширине склона в подавляющем большинстве случаев глубина была бы столь малой, что скорость стекания не превышала бы размывающую скорость.

Вследствие поперечной концентрации склонового стока глубина потоков в ручьях достигает нескольких десятков сантиметров. В частности, в процессе выпадения интенсивных ливней в средней и нижней частях склонов формируются струйные размывы или водоемы с глубинами до 0,3-0,5 м. В пределах водораздельных частей склонов, а также на межструйковых пространствах, где имеет место так называемый пластовый сток, глубина склоновых потоков измеряется миллиметрами.

Важное значение в эрозионных процессах имеет гидравлический режим склоновых потоков. Существует ламинарный и турбулентный режимы движения потоков. При ламинарном движении скорость в каждой точке потока является постоянной или изменяется медленно по определенному закону. Такая скорость будет пропорциональна величине уклона поверхности, по которой происходит сток. Турбулентное движение характеризуется непрерывными изменениями скорости (пульсациями скорости) в каждой точке потока, как по величине, так и по направлению. Средняя же скорость потока при этом пропорциональна квадратному корню из величины уклона. С точки зрения эрозионной способности потока важно, что при турбулентном режиме максимальные пульсационные значения скорости могут в 1,5-2 раза превышать среднюю скорость потока.

Критерием перехода ламинарного режима течения в турбулентный, так же как и степени турбулентности потока, является число Рейнольдса:

$$R_e = \frac{VH}{\nu} = \frac{\rho VH}{\mu},$$

где:

R_e – число Рейнольдса;

V – скорость течения, м/с;

H – глубина потока, м;

ν – коэффициент кинематической вязкости, м²/с;

ρ – плотность воды, кг/м³;

μ – коэффициент молекулярной (физической) вязкости.

В общем случае, чем больше число Рейнольдса, тем высшей степень турбулентности потока. В потоках с глубинами, измеряемыми миллиметрами (2-10 мм), и скоростями течения, которые изменяются в диапазоне 0,001-0,01 м/с, число Рейнольдса, как правило, не превышает 100 единиц, только в исключительных случаях достигая 200-300, то есть находится в пределах значений, характерных для ламинарного режима течения, хотя при высокой шероховатости поверхности движение ручьев может становиться настолько неупорядоченным, что поток теряет свойства ламинарного. А в случае дождя даже при небольших глубинах скорость склонового стока характеризуется закономерностями, которые характерны для турбулентных потоков.

Выводы. 1. Склоновые ручьи имеют скорость стекания до 0,05 м/с, глубину до 1-2 мм. Число Рейнольдса составляет около 500 единиц, а при интенсивном стоке достигает 1000-1200. Таким образом, для склоновых ручьев даже для периода весеннего снеготаяния режим стока, вероятнее всего, является турбулентным.

2. Для больших ручьев с глубинами 10 см и более и скоростями течения, которые на уклонах 8-12⁰ достигают 1,0-1,5 м/с, число Рейнольдса измеряется десятками тысяч единиц. Режим течения в них имеет ярко выраженный турбулентный характер.

Литература

1. Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Фианшеев А.Г. Анализ факторов, влияющих на возникновение и развитие эрозионных процессов на склоновых землях // Инновационная наука. – 2016. – №3-3. – С. 21-23.

References

1. Apazhev A.K., Shekihachev Y.A., Fian-shev A.G. Analiz faktorov, vliyayushchih na vzniknovenie i razvitie erozionnyh processov na sklonovyh zemlyah // Innovacionnaya nauka. – 2016. – №3-3. – S. 21-23.

2. Апажев А.К., Кудаев Р.Х., Шекихачев Ю.А., Мишхожеев В.Х. Причины и последствия водной эрозии в условиях склоновых агроландшафтов // В сборнике «Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения»: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции; под общей редакцией А.И. Вострецова. – 2017. – С. 42-45.

3. Шекихачев Ю.А. Классификация видов водной эрозии // NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 1. – №43. – С. 17-21.

4. Шекихачев Ю.А. Системный подход к проблеме повышения устойчивости склоновых земель // NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 1. – №43. – С. 58-62.

5. Ашабоков Х.Х., Хажметов Л.М., Шекихачев Ю.А. Анализ почвозащитных систем обработки почвы // В сборнике «Проблемы и перспективы развития науки и образования в XXI веке»: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. – 2017. – С. 74-77.

6. Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М. [и др.]. Инновационные технологические и технические решения по повышению плодородия почв в условиях склоновых эродированных черноземных почв Юга России. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2018. – 264 с.

7. Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М. [и др.]. Научно-методические рекомендации по разработке мероприятий, обеспечивающих повышение плодородия почв в условиях склоновых эродированных черноземных почв Юга России. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2017. – 116 с.

8. Шекихачев Ю.А., Мишхожеев В.Х., Шекихачева Л.З., Жабоева Л.Х. Минимизация экологических рисков в условиях склоновых агроландшафтов // В сборнике «Актуальные научные исследования: от теории к практике»: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции; под общей редакцией А.И. Вострецова. – 2017. – С. 81-84.

9. Шекихачев Ю.А., Мишхожеев В.Х., Шекихачева Л.З., Жабоева Л.Х. Основные направления повышения экологической устойчивости и агроресурсного потенциала склоновых агроландшафтов // В сборнике «Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения»: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции; под общей редакцией А.И. Вострецова. – 2017. – С. 92-95.

2. Apazhev A.K., Kudaev R.H., Shekiha-chev Y.A., Mishkhozhev V.H. Prichiny i posled-stviya vodnoj erozii v usloviyah sklonovyh agrolandshaftov // V sbornike «Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy i puti ih resheniya»: materialy Mezhdunarodnoj (zaochnoj) nauchno-prakticheskoy konferencii; pod obshchej redak-ciej A.I. Vostrecova. – 2017. – S. 42-45.

3. Shekihachev Y.A. Klassifikaciya vidov vodnoj erozii // NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 1. – № 43. – S. 17-21.

4. Shekihachev Y.A. Sistemnyj podhod k probleme povysheniya ustojchivosti sklonovyh zemel' // NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 1. – № 43. – S. 58-62.

5. Ashabokov H.H., Hazhmetov L.M., Sheki-hachev Y.A. Analiz pochvozashchitnyh sistem obrabotki pochvy // V sbornike «Problemy i perspektivy razvitiya nauki i obrazovaniya v HKHI veke»: materialy Mezhdunarodnoj (zao-chnoj) nauchno-prakticheskoy konferencii. – 2017. – S. 74-77.

6. Apazhev A.K., Shekihachev Y.A., Hazh-metov L.M. [i dr.]. Innovacionnyye tekhnologi-cheskie i tekhnicheskie resheniya po povyshe-niyu plodorodiya pochv v usloviyah sklonovyh erodirovannyh chernozemnyh pochv YUga Rossii. – Nal'chik: Kabardino-Balkarskij GAU, 2018. – 264 s.

7. *Apazhev A.K., Shekihachev Y.A., Hazh-metov L.M. [i dr.]*. Nauchno-metodicheskie rekomendacii po razrabotke meropriyatij, obes-pechivayushchih povyshenie plodorodiya pochv v usloviyah sklonovyh erodirovannyh cherno-zemnyh pochv YUga Rossii. – Nal'chik: Kabardino-Balkarskij GAU, 2017. – 116 s.

8. *Shekihachev Y.A., Mishkhozhev V.H., Shekihacheva L.Z., Zhaboeva L.H.* Minimiza-ciya ekologicheskikh riskov v usloviyah sklono-vyh agrolandshaftov // V sbornike «Aktual'nye nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike»: materialy Mezhdunarodnoj (zaochnoj) nauchno-prakticheskoy konferencii; pod obshchej redakciej A.I. Vostrecova. – 2017. – S. 81-84.

9. *Shekihachev Y.A., Mishkhozhev V.H., Shekihacheva L.Z., Zhaboeva L.H.* Osnovnye napravleniya povysheniya ekologicheskoy ustoj-chivosti i agrolesursnogo potentsiala sklonovyh agrolandshaftov // V sbornike «Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy i puti ih resheniya»: materialy Mezhdunarodnoj (zaochnoj) nauchno-prakticheskoy konferencii; pod obshchej redakciej A.I. Vostrecova. – 2017. – S. 92-95.

10. *Бжеумыхов В.С., Шекихачев Ю.А.* Основные направления рационального использования, охраны и улучшения почвенных ресурсов в Кабардино-Балкарской республике // АгроЭкоИнфо. – 2017. – №4(30). – С. 2.

11. *Бжеумыхов В.С., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М.* Исследование устойчивости склоновых агrolandshaftov // АгроЭкоИнфо. – 2017. – №4(30). – С. 29.

12. *Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Фианшеев А.Г.* Модель повышения устойчивости агромелиоландшафта // В сборнике «Научная мысль XXI века»: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции; под общей редакцией А.И. Вострецова. – 2016. – С. 32-35.

13. *Шекихачев Ю.А., Озов В.М.* Восстановление и сохранение русел водных объектов на землях мелиорируемых агrolandshaftov // В сборнике «Научная мысль XXI века»: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции; под общей редакцией А.И. Вострецова. – 2016. – С. 58-60.

10. *Bzheumykhov V.S., Shekihachev Y.A.* Os-novnye napravleniya racional'nogo ispol'zova-niya, ohrany i uluchsheniya pochvennyh resursov v Kabardino-Balkarskoj respublike // AgroEkoInfo. – 2017. – №4(30). – S. 2.

11. *Bzheumykhov V.S., Shekihachev Y.A., Hazhmetov L.M.* Issledovanie ustojchivosti sklonovyh agrolandshaftov // AgroEkoInfo. – 2017. – №4(30). – S. 29.

12. *Apazhev A.K., Shekihachev Y.A., Fiap-shev A.G.* Model' povysheniya ustojchivosti agromeliolandschafta // V sbornike «Nauchnaya mysl' XXI veka»: materialy Mezhdunarodnoj (zaochnoj) nauchno-prakticheskoy konferencii; pod obshchej redakciej A.I. Vostrecova. – 2016. – S. 32-35.

13. *Shekihachev Y.A., Ozov V.M.* Vossta-novlenie i sohranenie rusel vodnyh ob"ektov na zemlyah melioriruemyh agrolandshaftov // V sbornike «Nauchnaya mysl' XXI veka»: materialy Mezhdunarodnoj (zaochnoj) nauchno-prakticheskoy konferencii; pod obshchej redak-ciej A.I. Vostrecova. – 2016. – S. 8-60.