

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ СТРОИТЕЛЬСТВОМ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ЯНЮК Вячеслав Михайлович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ТАРАСЕНКО Петр Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ТАРБАЕВ Владимир Александрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ТКАЧЕВ Александр Анатольевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

МОРОЗОВ Максим Игоревич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

МЕРЕНОВ Иван Алексеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

КРИВКИН Алексей Александрович, ООО «Тайзер-СЗМИ»

Приведены результаты использования методики мониторинга состояния рекультивируемых земель, нарушенных строительством магистрального газопровода в Саратовской области. На основе цифровой модели рельефа были определены теряемые и возобновляемые объемы почвогрунтов, что позволило количественно оценить развитие эрозионных процессов в начале строительно-монтажных работ и после проведения рекультивации. Выявлена причина интенсивного развития эрозии – несоблюдение регламента ведомственных правил прокладки газопровода через слабоустойчивые грунты подстилающих пород. Определены эффективные противоэрозионные мероприятия (вспашка поперек склона, устройство водоотводных валов и водосборных сооружений у вершины оврагов) и комплекс рекультивационных работ (планировка, выполаживание, закрепление склонов оврага полимерно-сотовыми покрытиями, засыпка их песчано-гравийной смесью, посев многолетних трав).

Введение. В «Стратегии экологической безопасности РФ на период до 2025 года» [12] отмечено, что в Российской Федерации наблюдается тенденция ухудшения качественного состояния земель, в том числе из-за крупномасштабного строительства линейных объектов (дорог, трубопроводов и др.), которое усиливается (из-за эрозии) на фоне сложных рельефных условий.

Оценка состояния этих объектов может проводиться во время инженерно-экологических изысканий, экологическом аудите и стратегической экологической оценке [9]. Однако, более значимы мониторинговые исследования.

В настоящее время протяженность Единой системы газоснабжения России (ЕСГ) составляет 156,9 тыс. км [11]. Дальнейший рост протяженности ЕСГ увеличивает площадь рекультивируемых земель. Мониторинг опасных экзогенных геологических процессов на этих землях может осуществляться различными методами: дистанционным (воздушное лазерное сканирование и пр.), полевым (геолого-геоморфологические, инженерно-геологические, геодезические, литодинамические и пр.), стационарным (с использованием мониторинговых площадок, реперных сетей, режимных наблюдений и пр.) и геофизическим (с использованием батиметрической и

гидролокационной съемки, вертикального электрического зондирования, метода преломленных волн и др.) [1, 2, 3, 5, 6, 7]. Однако не все эти методы сбора информации могут быть применены для мониторинговых исследований в зоне расположения подземной газотранспортной системы. В этой связи весьма востребованной является разработка и апробация адаптированной к отраслевым особенностям методики мониторинга состояния рекультивируемых земель, нарушенных строительством линейных объектов в сложных геоморфологических условиях.

Исследования выполнялись в соответствии с Регламентом проведения производственно-экологического мониторинга при строительстве магистрального газопровода (участок Петровск-Фролово) на территории Саратовской области.

На данной степной территории ежегодно выпадает до 450 мм осадков, которые влияют на степень эродированности земель в районах, где пролегает газопровод (60–73 % – в Лысогорском и Петровском, до 23 % – в Татищевском).

Почвенный покров в центральной и северной части зоны исследований состоит из черноземов обыкновенных занимающих от 27 до 48 % территории. На юге основными почвами являются черноземы южные. Почвообразующие породы:





60–80 % глины и суглинки, 20–40 % – элювий коренных пород (опока).

Объектом исследований были 11 ключевых мониторинговых площадок расположенных на переходах магистрального газопровода через эрозионные (овражно-балочные) и эрозионно-аккумулятивные (речные – гидрогенные) образования и их составные части (вершина, дно оврага; балка; промоина и др.).

Целью исследований являлся мониторинг состояния и динамики проявления экзогенных процессов на рекультивируемых землях, нарушенных строительством газопровода в наиболее опасных зонах его перехода через реки и овражно-балочные комплексы.

В задачу исследований входило: 1) анализ изменения земляного объема эрозионных форм при строительстве газопровода в местах пересечения с овражно-балочными и речными (гидрогенными) формами рельефа по их составным частям (вершина оврага, дно оврага, балка, промоина и др.) на всех производственных циклах: подготовительном, строительном-монтажном, во время рекультивации нарушенных земель и в период последующей эксплуатации; 2) определение исходного состояния и активности развития опасных экзогенных процессов (плоскостная и линейная эрозия, дефляция, оползни, абразия берегов, и др.) в зоне строительства (ширина – плюс/ минус 100 м в обе стороны от оси газопровода); 3) выявление причин, прогноз трансформации ландшафтных систем и определение эффективности разработанных мер по предупреждению развития негативных процессов.

Методика исследований. Теоретическую и методологическую базу исследований составили научные разработки ученых-геологов в области механизма развития склоновых гравитационных процессов, а также ученых-землеустроителей, изучающих закономерности регулирования использования и охраны земель и их территориальной организации. Разнообразие сформулированных задач обусловило необходимость применения таких методов, как системный анализ, компьютерное 3-мерное моделирование и дешифрирование, высокоточное измерение и прогноз.

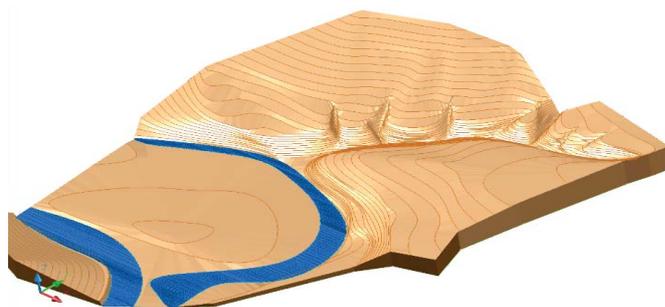
Мониторинговые исследования основывались на методике визуально-инструментально контроля [4], включающего в себя: топографическую съемку местности с последующим перенесением данных полевых измерений (теодолитной, электронной тахеометрической съемок, данных GPS) мониторинговых площадок расположенных в местах пересечения трубопровода с овражно-балочными комплексами в электронную базу; построение цифровых моделей рельефа (ЦМР) с использованием алгоритма интерпретации; создание 3Д-изображений овражно-балочных систем с помощью программного комплекса Autodesk AutoCad (рис. 1, а); создание трехмерной физической модели исследуемой овражно-балочной системы в формате DWG (рис. 1 б); расчет изменения земляного объема эрозионных форм по формулам Симпсона, Винклера и разработанного алгоритма.

Результаты исследований. Результаты мониторинга, представленные в работе, демонстрируют возможности данной методики на примере наиболее эрозионно-опасных участков пересечения трубопровода с реками и овражно-балочными комплексами (рис. 2).

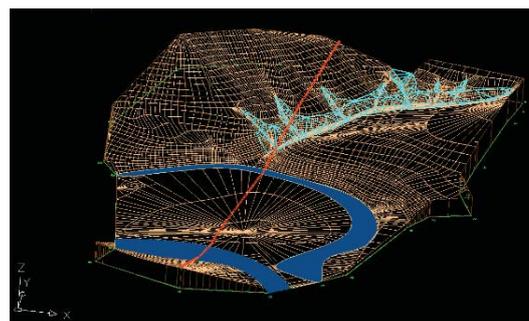
Переход газопроводной трубы через реку Большая Копенка в Лысогорском районе представляет особый интерес, в связи с эрозионно-опасным склоном, протяженностью более 300 м, с продольным уклоном до 7–10° (рис. 3, а).

На западе мониторинговой площадки располагается балка с задернованными склонами. Ее суммарный объем на первоначальном этапе наблюдений (на следующий год после строительства) составил 3186,55 м³, и впоследствии, в течение 5 лет не претерпел значительных изменений, оставаясь на прежнем уровне – 3186,52 м³ (табл. 1).

Причиной этому послужила значительная отдаленность балки – более 80 м от общей строительной полосы. Однако мониторинговые наблюдения были необходимы из-за невозможности отвода стока талых и ливневых вод в период строительства МГ в ее сторону. Что же касается самого склона, то здесь уже на первоначальном этапе общестроительных работ в июле, при снятии плодородного слоя почвы произошло нарушение экологического равновесия.



а



б

Рис. 1. Картограмма уклонов местности мониторинговой площадки (а) и физическая модель овражно-балочного комплекса (б)



а

б

в

Рис. 2. Пересечение газопровода с реками: Большая Копенка (а), Озерки (б) и овражно-балочным комплексом в районе населенного пункта Белое Озеро



а

б

в



г

д

Рис. 3. Состояние эрозионных форм в месте перехода трубопровода через р. Большая Копенка в Лысогорском районе в период проведения исследований. Эрозионные формы: а – за 3 года до начала строительства; б, в, г – после строительства; д – после проведения рекультивации

Таблица 1

Земляные объемы эрозионных форм по годам наблюдения в месте перехода трубопровода через реку Большая Копенка в Лысогорском районе

№	Форма проявления деградации	Период проведения наблюдений, годы					Графическое отображение
		до строительства			после строительства	после рекультивации	
		1	2	3			
1	Балка	3186,55	3186,61	3186,29	3185,43	3186,52	
2	Промина	нет	нет	нет	126,66	нет	
Итого		3186,55	3186,61	3186,29	3312,09	3186,52	





Из-за отсутствия в данной полосе задернованного поверхностного слоя с развитой корневой системой полевых трав стали проявляться первые признаки эрозионной активности – возникновение ручейковых промоин шириной до 1 м и глубиной до 0,2 м (рис. 3, б). В результате чего общий объем эрозионных проявлений вырос на 126,66 м³. Слабоустойчивые грунты подстилающих пород создавали существенную опасность усиления эрозионной активности, вплоть до возникновения деградационной формы – вершинного оврага, с вытекающей отсюда невозможностью продолжения строительных работ. Но благоприятные погодные условия, при отсутствии ливневых дождей и засушливый летний период позволили сохранить безэрозионное равновесие до завершения основного этапа строительных работ и начального этапа рекультивационных работ – технической рекультивации. На данном этапе был нанесен плодородный слой почвы, осуществлена ее планировка и полное закрепление склона полимерно-сотовым покрытием (ПСП), рис. 3, в.

Начавшийся осенью период обильных осадков мог вновь вывести исследуемую территорию из стабильного состояния почвенного покрова. Незаконченный к этому времени этап биологической рекультивации создавал все предпосылки для возникновения новых эрозионных образований. На границе участков, незакрепленных ПСП, вдоль защитного покрытия снова наблюдалось проявление ручейковых промоин (рис. 3, г) глубиной до 0,1 м, что свидетельствовало о недостаточной площади покрытия территории георешетками.

Однако данное упущение было в кратчайшие сроки исправлено строительной организацией. Ширину покрытия ПСП увеличили до 22 м, что позволило полностью перекрыть полосу строительства с нарушенным почвенным покровом. Заполнение ячеек было произведено песчано-гравийной смесью. Была выполнена биологическая рекультивация, включающая в себя устройство поверх ПСП плодородного слоя с внесением минеральных удобрений и посевом многолетних трав с развитой корневой системой (рис. 3, д). Проведенный комплекс дополнительных мероприятий по рекультивации почвы позволил уже к маю выйти на устойчивые показатели – 3186,52 м³ по объему эрозионных образований в границах мониторинговой площадки.

В связи с ярко выраженными проявлениями эрозионной активности особый интерес для научных наблюдений вызвала мониторинговая площадка, расположенного в месте перехода газопровода через овраг в районе населенного пункта Корякино Татищевского района. Данная площадка включала в себя уже на первоначальном этапе донный овраг с обрывистыми берегами (глубиной до 7,25 м и общим объемом 6822 м³) и примыкающую к нему пологую балку (объемом 340 м³), табл. 2, рис. 4, а.

Проведенные обследования до начала строительства газопровода (2003–2005 гг.) выявили

тенденцию к росту оврага в его вершинной части (рис. 4, а).

За год его суммарный объем увеличился более чем на 1 м³ и имел все предпосылки для дальнейшего роста. В то время как примыкающая к нему балка с задернованными склонами уже давно остановилась в своем развитии и не вызывала никаких опасений в эрозионном плане. Однако активный этап проведения строительно-монтажных работ оказал существенное воздействие на темпы роста изучаемого овражно-балочного комплекса. Его суммарный объем за считанные месяцы увеличился более чем на 3210 м³ (рис. 4, б, в), что явилось результатом несоблюдения правил производства работ, нормативных документов, регламентирующих их проведение [9, 10]. Значительные по размерам и форме эрозионные проявления подвергали опасности не только изучаемый овражно-балочный комплекс, но и саму трассу магистрального газопровода и окружающую ее экосистему на расстоянии до 1 км. Создали реальные условия для возникновения аварийной ситуации. Нарушение почвенной структуры при разработке траншеи с последующей ее засыпкой вызвали возникновение глубоких промоин (шириной до 11 м, глубиной до 2,5 м, общим объемом 191,26 м³) по обе стороны донного оврага и его обширный рост. В результате этих эрозионных процессов возникала вероятность оголения газопровода с дальнейшими механическими повреждениями. В то же время часть оврага, не затронутая строительными работами, осталась без изменения, лишь немного уменьшив свою глубину в результате донных наносов вымытого грунта (до 0,1 м).

Проведенный со значительным опозданием этап рекультивационных работ, включивший в себя большой объем противоэрозионных мероприятий, позволил существенно снизить экологический ущерб допущенных ошибок при строительстве магистрального газопровода. На данном этапе была проведена полная планировка всей близлежащей поверхности, биологическая рекультивация, выполаживание склонов оврага с их закреплением полимерно-сотовыми покрытиями (георешеток, типа «Прудон-494»), засыпкой песчано-гравийной смесью и посевом многолетних трав, а также устройство водоотводных валов, вершинных водосборных сооружений (водосбросных лотков). В результате этих мероприятий удалось добиться полной экологической устойчивости агроландшафта (о чем свидетельствуют последующие наблюдения за данной мониторинговой площадкой). Суммарный объем овражно-балочного комплекса уменьшился более чем на 3907 м³ и вернулся в естественное состояние первоначального периода наблюдений до начала строительства (рис. 4, г).

Допущенные ошибки в производстве строительно-монтажных работ на предыдущем участке были учтены при строительстве перехода магис-

Земляные объемы эрозионных форм по годам наблюдений в месте перехода трубопровода через с. Корякино в Татищевском районе

№	Форма проявления деградации	Период проведения наблюдений, годы					Графическое отображение
		до строительства			после строительства	после рекультивации	
		1	2	3	4	5	
1	Донный овраг	6822,04	6823,12	6822,72	9903,83	6328,70	
2	Балка	340,22	340,56	340,39	278,76	137,83	
3	Промоина	нет	нет	нет	184,75	нет	
4	Промоина	нет	нет	нет	4,44	нет	
5	Промоина	нет	нет	нет	2,07	нет	
Итого:		7162,26	7163,69	7163,11	10373,8	6466,54	



а



б



в



г

Рис. 4. Состояние эрозионных форм в месте перехода трубопровода через н. п. Корякино в Татищевском районе в период проведения исследований. Эрозионные формы: а – за 3 года до начала строительства; б, в – после строительства; д – после проведения рекультивации

трального газопровода через овражно-балочный комплекс в районе с. Белое Озеро в Лысогорском районе. Суммарный объем балки в границах мониторинговой площадки до начала строительства составлял 3735,69 м³. Задернованные склоны вершинной части обеспечивали устойчивое состояние данного овражно-балочного комплекса, не давая расти и развиваться оврагу на протяжении 3 лет наблюдений (табл. 3, рис. 5, а), предшествующих строительству МГ.

Результатом данного этапа стало проведение за год до начала строительства полной планировки склонов и дна оврага (рис. 5, б), устройство водоотводных валов (рис. 5 в) и укрепление склонов полимерным сотовым покрытием (рис. 5 г), что существенно снизило эрозионную активность во время производства общестроительных работ. Также уменьшился общий объем овражно-балочного комплекса на 270 м³, достигнув в 2006 г. величины объема 3465,59 м³



Последующий за строительством этап рекультивационных работ, включавший в себя техническую и биологическую рекультивацию (рис. 5 д), закрепил достигнутые на первоначальном этапе подготовительных работ результаты и позволил к 2007 году снизить показатель общего объема овражно-балочного комплекса еще на 455 м³, при достижении объемной величины в 3010,74 м³.

Заключение. Мониторинговые 5-летние исследования показали эффективность и практическую значимость способа трехмерного картографирования и определения объемов эрозионных образований для расчетов и наблюдений за динамикой экзогенных процессов, сопутствующих строительству протяженных линейных объектов. Было выявлено, что несоблюдение регламента правил производства строительномонтажных работ, при прокладке магистрально-

го трубопровода через слабоустойчивые грунты, приводит к интенсификации эрозионных процессов. Добиться полной экологической устойчивости агроландшафта можно путем проведения до начала строительства подготовительных противоэрозионных мероприятий (вспашка поперек склона, устройство водоотводных валов и водосборных сооружений у вершины оврагов) и последующей после строительства МГ комплексной рекультивацией (планировка, выполаживание, закрепление склонов оврага полимерно-сотовыми покрытиями с засыпкой их песчано-гравийной смесью и посев многолетних трав).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болякова К.Ю., Тарасенко П.В. Применение дистанционных методов при мониторинге опасных экзогенных процессов // Экологические, правовые и экономические аспекты рационального использования земельных ресурсов. – Саратов, 2017. – С. 34–38.

Таблица 3

Земляные объемы эрозионных форм по годам наблюдений в месте перехода трубопровода через н. п. Белое Озеро в Лысогорском районе

№	Форма проявления деградации	Период проведения исследований, годы					Графическое отображение
		до строительства			после строительства	после рекультивации	
		1	2	3	4	5	
1	Вершинный овраг	3735,69	3734,36	3735,71	3465,59	3010,74	
Итого:		3735,69	3734,36	3735,71	3465,59	3010,74	



а



б



в



г



д

Рис. 5. Состояние эрозионных форм в месте перехода трубопровода через н. п. Белое Озеро в Лысогорском районе в период проведения исследований. Эрозионные формы: а – за 3 года до начала строительства; б, в, г – в период подготовительных работ, проводимых за 1 год до строительства; д – после проведения рекультивации



2. Болякова К.Ю., Тарасенко П.В. Изучение осыпных процессов дистанционными методами / Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С. 107–110.

3. Бугаевская В.В. Цифровые землеустроительные карты как инструмент территориального планирования, управления земельными ресурсами и муниципальным имуществом // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2013. – №12. – С. 48-53.

4. Губин Н.М., Кривкин А.А. Использование цифровой модели местности при изучении эрозионных процессов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2010 – №7. – С. 3–7.

5. Ермолов А.А. Исследование опасных экзогенных геологических процессов в рамках комплексных инженерных изысканий и производственного мониторинга на линейных объектах // Инженерные изыскания. – 2014. – № 12. – С. 39–41.

6. Комиссаров Д.В., Иванов А.В. Обзор программных продуктов для обработки данных наземного лазерного сканирования: сб. материалов науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2005», 25–29 апр. 2005 г. – Новосибирск: СГГА, 2005. – С 205–206.

7. Программное обеспечение Riegl. – Режим доступа: <http://www.riegl.ru/Programmnoe-obespechenie/soft.html>, свободный.

8. Пинаев В.Е., Касимов Д.В. Вопросы рекультивации земель, пресноводных и морских объектов. – М.: Мир науки, 2017. – 130 с.

9. РД 51-2.4-007-97 Инструкция по борьбе с водной эрозией грунтов на линейной части газопроводов. – Режим доступа: http://www.ielectro.ru/Document38067.html?fn_tab2doc=686, свободный.

10. СНиП III-42-80* Магистральные трубопроводы. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/871001209>, свободный.

11. Трубопроводный транспорт России – Режим доступа: http://www.gagarinalg.ru/_ld/1/170, свободный.

12. Указ Президента РФ от 19 апреля 2017 г. N 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года». – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215668/, свободный.

Янюк Вячеслав Михайлович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Землеустройство и кадастры», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Тарасенко Петр Владимирович, д-р с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Тарбаев Владимир Александрович, канд. с.-х. наук, зав. кафедрой «Землеустройство и кадастры», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Ткачев Александр Анатольевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Землеустройство и кадастры» Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Морозов Максим Игоревич, старший преподаватель кафедры «Землеустройство и кадастры» Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Меренов Иван Алексеевич, аспирант кафедры «Землеустройство и кадастры» Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 23-32-92.

Кривкин Алексей Александрович, ООО «Тайзер-СЗМИ». Россия.

410012, г. Саратов, ул. Московская, 161.

Тел.: (8452) 33-94-90.

Ключевые слова: рекультивируемые земли; эрозионные процессы; противоэрозионные мероприятия.

MONITORING THE STATUS OF RECLAIMED LAND DISTURBED BY THE CONSTRUCTION OF LINEAR FACILITIES IN THE SARATOV REGION

Yanyuk Vyacheslav Mikhailovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Land Management and Cadastres”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Tarasenko Petr Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair “Agriculture, Melioration and Agrochemistry”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Tarbaev Vladimir Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the chair “Land Management and Cadastres”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Tkachev Aleksandr Anatolyevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair “Land Management and Cadastres”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Morozov Maxim Igorevich, Senior Teacher of the chair “Land Management and Cadastres”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Merenov Ivan Alekseevich, Post-graduate Student of the chair “Land Management and Cadastres”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Krivkin Aleksey Aleksandrovich, ООО “TaysersZMI”. Russia.

Keywords: reclaimed land; erosion processes; anti-erosion measures.

The results of using the methodology for monitoring the condition of reclaimed lands disturbed by the construction of the main gas pipeline in the Saratov region are presented. On the basis of a digital elevation model, the lost and renewed volumes of soil were determined, which made it possible to quantify the development of erosion processes at the beginning of construction and installation works and after reclamation. The reason for the intensive development of erosion is revealed - non-compliance with the regulations of departmental rules for laying a gas pipeline through weakly stable soils of underlying rocks. Effective anti-erosion measures (plowing across the slope, installation of drainage shafts and drainage structures at the top of ravines) and a set of remediation work (planning, flattening, fixing the slopes of the ravine with polymer-honeycomb coatings, backfilling them with sand and gravel mixture, sowing perennial grasses) were determined.

