

# ИТОГИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии.  
2011. – Т. 20, № 3. – С. 50-63.

УДК 504.03.54

## ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ ПОЛОСЫ ОТВОДА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ НИЗКОГО ЗАВОЛЖЬЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2011 Н.А. Никитин \*

Самарский государственный университет путей сообщения г. Самара (Россия)

Поступила 11 декабря 2010

В статье рассматривается влияние железнодорожного транспорта на различные геоморфологические характеристики ландшафтов, оказывающих влияние на степень проявления эрозионных процессов. Рассмотрена роль водоотводящих сооружений железнодорожного транспорта как фактора, влияющего на развитие процессов овражной эрозии почв полосы отвода железных дорог и сопредельных с ней территорий.

*Ключевые слова:* эрозия почв, полоса отвода железных дорог, водоотводящие сооружения, овраги.

**Nikitin N.A. *Influence of the railway transportation on development of processes of water erosion of soils of the strip of tap of the railways in the forest-steppe zone low volga river the samara region***

In article influence of a railway transportation on various geomorphological characteristics of the landscapes influencing degree of display of erosive processes is considered. The role of water taking away constructions of a railway transportation, as factor influencing development of processes gully erosion of soils of a strip of tap of the railways and adjacent territories with them is considered.

*Key words:* soil erosion, the right of way of railways, drainage structures, gullies.

В настоящее время наблюдается усиление воздействия антропогенного фактора на естественные ландшафты, что приводит к необратимым изменениям их компонентов, снижению видового разнообразия и изменению интенсивности тех или иных процессов протекающих в биогеоценозах. К одним из таких процессов относят эрозию почв, которая из естественного процесса геологической денудации превращается в катастрофический процесс разрушения почвенного покрова.

---

\* Никитин Николай Александрович, аспирант, e-mail: [nikitin\\_nikolai@inbox.ru](mailto:nikitin_nikolai@inbox.ru)

Железнодорожный транспорт является одним из основных видов транспорта в России. Общая протяженность железных дорог в России 86,151 тыс. км, они соединяют самые отдаленные районы страны с центральными областями, что обуславливает их прохождение через различные природные зоны и климатические пояса. Также обеспечивают перевозки грузов и пассажиров на огромные расстояния.

Строительство, эксплуатация и ремонт железнодорожного полотна приводит к изменению, а иногда и к уничтожению почвенного покрова, трансформации природоохранных биоценозов, изменению характера стока атмосферных осадков.

Эрозионные процессы, в частности процессы водной эрозии почв на настоящий момент достаточно полно изучены как в нашей стране (Соболев, 1960; Захаров, 1971; Заславский, 1984; Ларионов, 1993; Кузнецов, 2004) так и за рубежом (Wischmeier, 1959; Gerard, 1988; Kirkby, 1988; Швевс, 1974). Составлены классификации видов водной эрозии (Соболев, 1960; Швевс, 1974; Заславский, 1984) один из которых – овражная эрозия является опасным, так как вызывает не только смыв почвы, но и образование отрицательных форм рельефа.

Немногочисленные работы охватывают влияние железнодорожного транспорта на почвы (Зайцев, 1988; Юровский, 1990).

Для оптимизации природоохранных мероприятий большое значение принимает знание роли железнодорожного транспорта в развитии процессов эрозии почв.

Актуальность темы нашей работы определяется также тем, что в отводах железных дорог, располагаются сельскохозяйственные угодья, объекты промышленности и жилые строения. Образующиеся в результате эрозии овраги, являются мощными канализаторами стока осадков, которые вместе с почвенными элементами переносят различные токсичные вещества, накапливающиеся непосредственно на путях железных дорог. Также овраги, зародившись в придорожной полосе, могут выходить далеко за ее пределы, перенося вышеуказанные вещества в водоемы. Усиленный рост оврагов приводит к смыву плодородного слоя почв, ухудшению условий для строительных и других видов работ. Таким образом, эрозионные процессы в полосе отвода железных дорог могут сказаться на здоровье и безопасности жителей близлежащих территорий.

## **РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Район исследования располагается на территории Самарской области, в геоморфологической провинции Низкого Заволжья, в междуречье рек Самара и Большой Кинель в пределах двух муниципальных районов – Волжского и Кинельского. Климат территории умеренно-континентальный. Почвенный покров характеризуется преобладанием черноземных почв, под лесами серые и бурые лесные. Район исследований располагается в лесостепной зоне.

История железной дороги района исследований насчитывает 120 лет.

Пред началом исследований были определены участки пути, подлежащие тщательному геоморфологическому исследованию, с точки зрения выявления эрозионных форм рельефа образовавшихся под действием железнодорожного транспорта. Был определен временной отрезок, за который оценивалась степень развития эрозионных форм рельефа. Поскольку эрозия это процесс, результаты которого, проявляются через довольно длительный срок, было решено определить временной отрезок в 100 лет. Однако на данный показатель оказывает влияние отсутствие необходимых данных, а именно картографического или справочного мате-

риала за более старые периоды. Анализ имеющихся материалов показал, что картографический материал удовлетворяющий требованиям геоморфологических исследований по Самарской области (быв. Самарская губерния) датирован 1903 и 1913 годами, а справочный материал по учету эрозионных форм датирован 1910, 1912 и 1916 годами. Но на дальнейшее изучение эрозионных процессов оказала влияние начавшаяся Первая мировая война, а затем и революция в Российской Империи.



**Рис. 1. Ведомость по оврагам села Николаевка (1910)**

В них содержится ценный, с точки зрения исследования, материал, в котором находятся данные по оврагам различных уездов, волостей, вплоть до отдельных сельских поселений. Например, ведомость по оврагам села Николаевка приведена на рисунке 1. Эти данные не содержат метрических характеристик указанных оврагов, но позволяют провести достаточно точную, количественную оценку эрозионных форм на территории исследуемого района. Данные получены из фондов Государственного Архива Самарской области (ГАСО). В фондах Российского государственного архива научно-технической документации (РГАНТД) была найдена рассекреченная карта «Изыскания Самаро-Каспийской железной дороги» датированная 1913 годом на которой достаточно подробно изображена гидрографическая сеть. Изучая данные, полученные при анализе карты можно судить о степени эрозионного расчленения территории (рис. 2)

Камеральный период обработки материалов начался с анализа архивных данных и имеющихся в них упоминаний об эрозионных формах рельефа, их морфометрических характеристиках и других показателей. На территории бывшей Самарской Губернии это «Доклады Заведующего работами по укреплению сыпучих песков и оврагов в Самаро-оренбургском песчанно-овражном округе».

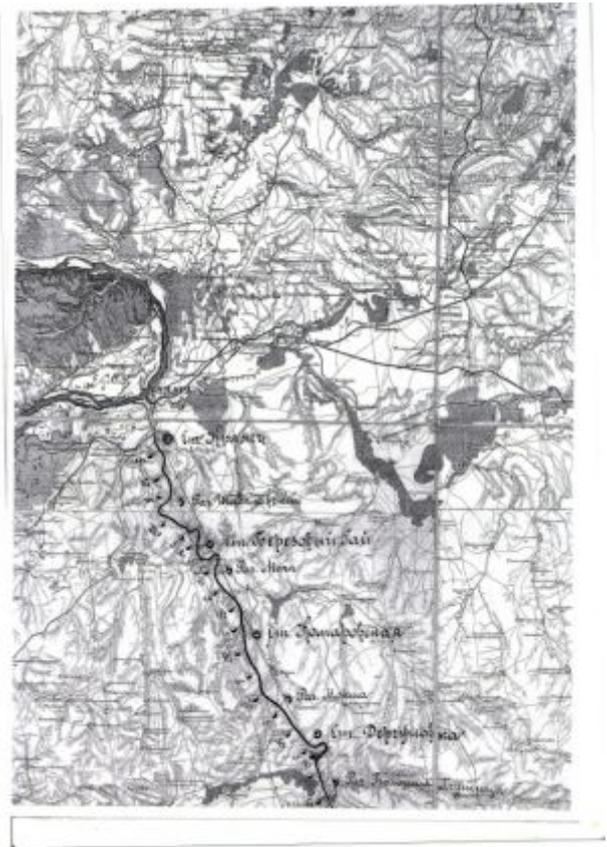


Рис. 2. Карта изысканий Самаро-Каспийской железной дороги, отражающая эрозионное расчленение территории на 1913 год

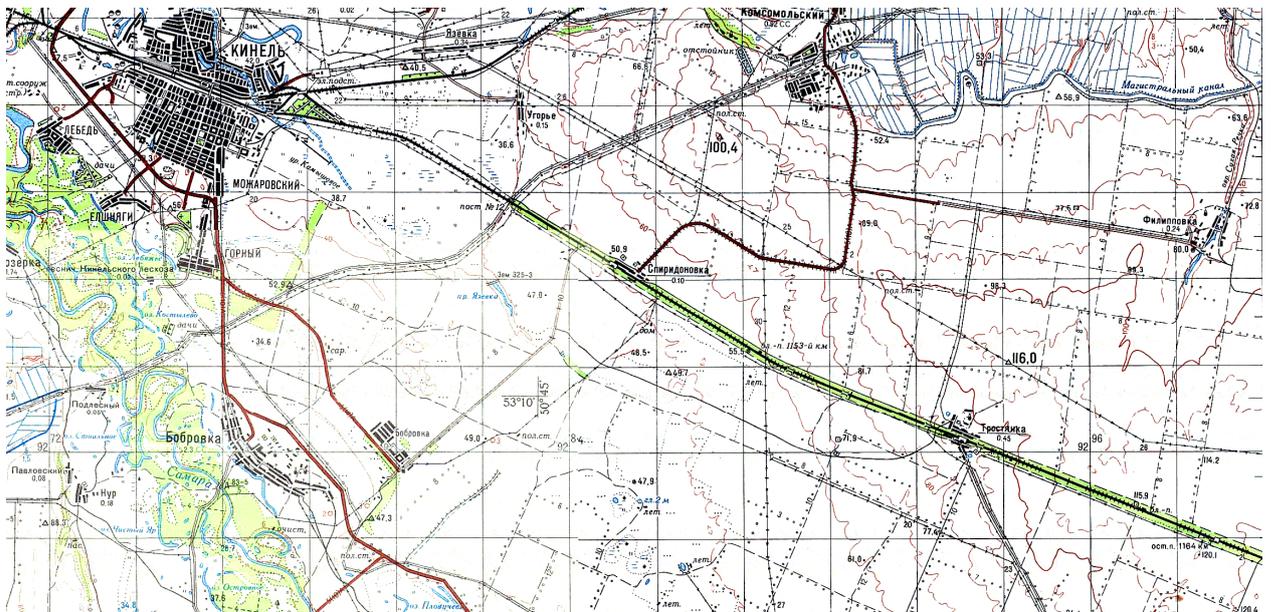
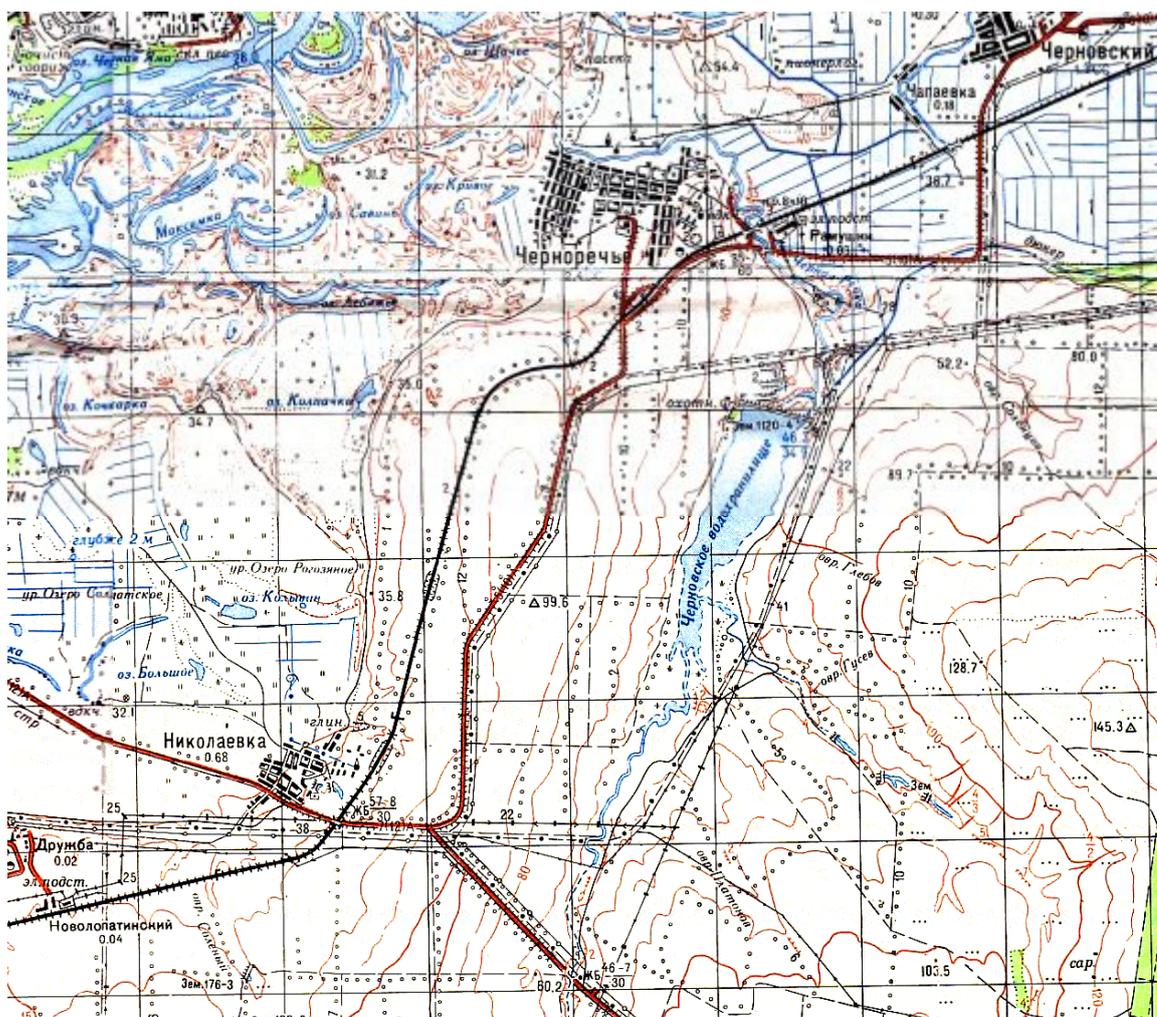


Рис. 3. Топографическая карта района исследования на отрезке Кинель – остановка «Платформа 1162 км»

Переходя к советскому и постсоветскому периоду особый интерес, как источники исчерпывающей информации о геоморфологических характеристиках территории имеют топографические карты масштаба 1 : 100 000 и 1 : 200 000. В процессе исследований использовались карты Кинельского и Волжского районов масштаба 1 : 100 000 выполненные Средневолжским аэрогеодезическим предприятием (рис. 3, рис. 4). По ним на первом этапе исследований определялись эрозионные формы рельефа и водосборные бассейны, находящиеся вблизи полотна, либо находящиеся в зависимости от него.



**Рис. 4. Топографическая карта района исследования на отрезке Новолопатинский – Черновский**

Следующим этапом исследования являлась геоморфологическая оценка земель районов исследования по топографическим картам. Вдоль железнодорожного полотна выделялись земли, относящиеся к полосе отвода.

Вся прилегающая территория, путем анализа отметок высот делилась на элементарные водосборы. Среди них выделялись водосборы, в пределы которых входила железнодорожная насыпь. В рамках изучаемого района было выделено 13 водосборных участков, на отрезке Новолопатинский – Чёрновский было выделено 6

участков, в пределах отрезка Кинель – остановка «Платформа 1162 км» 7 участков соответственно.

Затем определялись основные факторы, влияющие на процессы водной эрозии почв именно в условиях полосы отвода железных дорог при непосредственном влиянии железнодорожной насыпи, с последующим вычислением их показателей с использованием общепринятых формул. Полученные данные оформлялись в виде таблиц по каждому участку. Далее по каждому отрезку пути, исходя из полученных данных, вычислялся среднеарифметический показатель каждого фактора, который в дальнейшем сравнивался с таким же показателем фактора по району. Сравнение оформлялось в виде таблицы.

Следующим этапом исследований было выявление роли гидротехнических водоотводящих сооружений в развитии процессов водной эрозии почв. Для решения этой задачи были организованы ряд экспедиционных выездов в летний и осенний периоды 2008-2010 гг. В ходе исследований проводилось визирование эрозионных форм, их количественная оценка, фотосъемка. Исходя из проведенных исследований, изучения факторов влияющих на развитие эрозии почв в указанных районах, делался вывод о роли именно гидротехнических водоотводящих сооружений, как факторе, влияющем на развитие эрозии почв.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Железнодорожный транспорт является мощным нарушителем целостности ландшафтных систем, а также налагает отпечаток на комплекс геоморфологических характеристик местности, которые в свою очередь определяют степень развития процессов эрозии почв. Именно полоса отвода железных дорог, из-за изменения железнодорожной насыпью орографических характеристик, влагообмена территории, растительного и почвенного покрова, приводит к постепенному превращению территорий, на которой она располагается, в своеобразный антропогенный ландшафт, в котором характеристики местности, влияющие на развитие эрозии почв также изменяются в своей иерархии и влиянии на развитие данных процессов, по сравнению с ландшафтами, не нарушенными строительством и эксплуатацией железнодорожных путей. Таким образом, вариационный ряд факторов претерпевает изменения, некоторыми факторами можно пренебречь, например, такими как характер растительности, так как при строительстве железнодорожной насыпи происходит тотальное изменение растительного покрова территории. То же самое происходит и с фактором почвенного покрова, таким образом, реальное влияние на развитие процессов эрозии почв в полосе отвода железных дорог могут оказывать лишь глобальные факторы, охватывающие обширные территории, а также факторы, являющиеся непосредственной частью железнодорожного транспорта. К этим факторам относятся:

- рельеф местности, находящий свое выражение в следующих показателях:
- крутизна склонов;
- густота расчленения территории;
- вертикальное расчленение территории;
- климат и количество осадков;
- наличие лесозащитных насаждений;
- наличие гидротехнических водоотводящих сооружений.

Показатели вышеуказанных характеристик выявлены для отдельных районов и для Самарской области в целом, однако для полосы отвода железных дорог данных показателей не имеется.

Для вычисления указанных характеристик территория вдоль железнодорожного полотна была, путем анализа отметок высот на 13 участков, включающих в себя водосборные бассейны, оказывающиеся в зависимости от железнодорожной насыпи.

Отрезок пути Новолопатинский – Черновский проходит по территории Волжского района Самарской области, по второй надпойменной террасе Волги, по ходу следования перегона Кинель – Безенчук. Местность характеризуется спокойным рельефом, местами пересекается оврагами и балками. В районе исследований было выделено 6 участков включающих водосборные бассейны, отличающиеся по площади и конфигурации. После вычислений основных показателей геоморфологических характеристик вычислялись средние значения данных факторов как показатели для всего отрезка пути в целом (табл. 1).

Путем анализа архивных данных были обнаружены новообразовавшиеся овраги – один из них в окрестностях поселка Новолопатинский не отмечен в ведомости оврагов за 1910 год, однако на карте датированной 1980 годом обозначен как овраг Солёный. А также в окрестностях села Николаевка был обнаружен овраг, образовавшийся вследствие строительства водоотводящего канала, функцией которого являлось отведение вод атмосферных осадков от железнодорожных путей.

Таблица 1

**Средние показатели основных геоморфологических характеристик отрезка Новолопатинский – Черновский**

Картометрические и морфометрические показатели	Единица измерения	Величина
Площадь участка	км <sup>2</sup>	274
Площадь занятая лесозащитными насаждениями	% от общей площади	15
Периметр участка	км	8,4
Показатель формы участка	-	1,1
Густота расчленения территории	км/км <sup>2</sup>	0,7
Вертикальное расчленение территории	м	0,4
Ср. крутизна склонов	градусы	8
Ср. ширина склонов	м	3
Ср. расстояние между водотоками	м	1521
Ср. ширина водосборов	м	760

Поскольку наибольшее влияние на развитие процессов эрозии почв в придорожной зоне оказывают факторы рельефа местности для сравнения и выявления отклонений в средних значениях использовались показатели именно этих факторов. Далее используя справочные материалы, определялся средний показатель фак-

тора характерный для района в целом. Далее полученные данные заносились в сравнительную табл. 2.

Таблица 2

**Сравнение основных показателей геоморфологических факторов  
Волжского района и отрезка пути Новолопатинский – Черновский**

Фактор	Единица измерения	Отрезок	Район
Густота расчленения территории	км/км <sup>2</sup>	0,7	0,5
Вертикальное расчленение	м	0,4	0,8
Ср. крутизна склона	градусы	8	4
Площадь занятая лесозащитными насаждениями	% от общей площади района	17	3

Из данных таблицы видно, что в пределах полосы отвода значительно за границы значения фактора по району выходит показатель крутизны склонов. Это может быть объяснено наличием железнодорожной насыпи, значительно осложняющей рельеф, а также усилением эрозионного размыва вблизи полотна, что в свою очередь приводит к увеличению крутизны склонов. Склоны, значение крутизны которых находятся в пределах 8°, характеризуются как отлогие, а земли расположенные на них эрозионноопасными.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что земли в пределах полосы отвода железной дороги в большей степени подвержены эрозии, чем почвы расположенные вне действия железнодорожного транспорта.

Отрезок пути Кинель – остановка «Платформа 1162 км» находится в пределах Кинельского района и проходит по территории междуречья рек Самара и Большой Кинель. Местность представляет собой террасовую равнину. Рельеф характеризуется ступенчатостью. В районе исследований было выделено 7 участков достаточно равномерно расположенных вдоль следования железной дороги.

Для каждого участка вычислялись следующие показатели: площадь, периметр, показатель формы, густота расчленения, вертикальное расчленение территории, средняя крутизна и ширина склонов, а также средняя ширина водосборов и среднее расстояние между водотоками.

Затем для каждого фактора вычислялся среднеарифметический показатель, который характеризовал показатель данного фактора для территории всего отрезка пути (табл. 3).

Далее интересующие нас показатели заносились в сравнительную таблицу (табл. 4).

Из результатов сравнения показателей основных геоморфологических характеристик отрезка пути и Кинельского района можно сделать вывод о том, что наиболее за пределы среднего значения по району выходит показатель крутизны склонов. Это может быть объяснено, как и в предыдущий раз, наличием в районе исследований, железнодорожной насыпи, что в свою очередь приводит к усилению эрозионного размыва вблизи железнодорожного полотна.

Анализируя показатели факторов окружающей среды в полосе отвода железных дорог можно сделать вывод о почти синхронном изменении основных харак-

теристик как на отрезке Новолопатинский – Черновский, так и Кинель – остановка «Платформа 1162 км».

Таблица 3

**Средние показатели основных геоморфологических характеристик отрезка Кинель – остановка «Платформа 1162 км»**

Картометрические и морфометрические показатели	Единица измерения	Величина
Площадь участка	км <sup>2</sup>	284
Площадь занятая лесозащитными насаждениями	% от общей площади	9,1
Периметр участка	км	122
Показатель формы участка	-	-
Густота расчленения территории	км/км <sup>2</sup>	0,7
Вертикальное расчленение территории	м	0,4
Ср. крутизна склонов	градусы	8
Ср. ширина склонов	м	3,3
Ср. расстояние между водотоками	м	1540
Ср. ширина водосборов	м	772

Таблица 4

**Сравнение основных показателей геоморфологических факторов Кинельского района и отрезка пути Кинель – остановка «Платформа 1162 км»**

Фактор	Единица измерения	Отрезок	Район
Густота расчленения территории	км/км <sup>2</sup>	0,7	0,8
Вертикальное расчленение	м	0,4	0,7
Ср. крутизна склона	градусы	8	6
Площадь занятая лесозащитными насаждениями	% от общей площади	9,1	3

Почвы, расположенные вдоль следования указанных отрезков путей можно считать эрозионноопасными, а также исходя из больших значений крутизны склонов смытыми. Полученные данные отличаются от фоновых показателей для муниципальных районов, в которых расположены данные отрезки путей, что обнаруживает отличие в проявлении процессов водной эрозии почв полосы отвода железных от проявления данного процесса.

Таким образом, обобщая полученные данные можно сделать вывод о том, что железнодорожный транспорт оказывает влияние на комплекс геоморфологических характеристик ландшафтов, расположенных вблизи железнодорожного полотна.

Наибольшим изменениям, в сторону увеличения, подвергается показатель крутизны склонов, что в свою очередь ведет к усилению эрозионных процессов и последующему изменению других характеристик, таких как густота горизонтального и вертикального расчленения территории, длина и ширина склонов. В свою

очередь указанные характеристики усиливают интенсивность протекания эрозионных процессов.



**Рис. 5. Водоотводящий канал в окрестностях с. Николаевка**



**Рис. 6. Бетонная основа в месте окончания канала находится вершина оврага**

Характерной особенностью железнодорожного пути является наличие водоотводящих сооружений, способствующих удалению излишка атмосферных и талых вод от земляного полотна. Однако с геоморфологической точки зрения, данные сооружения являются мощными канализаторами стока, приводящим к его перераспределению. В связи с этим меняется и общая картина развития гидрографической сети в зоне полосы отвода железных дорог.

Исследование влияния водоотводящих сооружений на развитие процессов овражной эрозии проводили в окрестностях села Николаевка Волжского района Самарской области. В данном районе южная обводная автодорога пересекает железнодорожные пути, посредством автомобильного моста. Именно здесь находится водоотводящий канал, берущий свое начало у подножия опор моста и идущий в сторону от железнодорожного полотна (рис. 5).

Предполагаемой датой постройки канала считается 1986 год. Таким образом, возраст оврага составляет приблизительно 24 года. Как указывалось выше, в месте, где заканчивается железобетонная основа канала, находится вершина оврага (рис. 6).

Исследуемый овраг имеет ассиметричную форму, левый склон его больше чем правый. Судя по осыпающимся краям, продолжается выработка профиля равновесия. В устье оврага отчетливо просматривается конус выноса с рухнувшими опорами электропередачи, что свидетельствует о разрушительном влиянии размыва почвы вблизи полотна (рис 8).

Таким образом, можно с полной уверенностью сказать, что данное новообразование является именно оврагом, так как имеет все характерные для данного геоморфологического объекта составные части.

В водосборную площадь входит и железнодорожная насыпь, которая направляет сток осадков к оврагу.

Визуальный осмотр оврага показал наличие двух промоин на левом его склоне. Одна из промоин находится возле вершины оврага (рис. 4) и может при быстром развитии «перехватить» овраг и стать его основной вершиной. Что и произошло, в результате весеннего таяния снега в 2010 году. Указанная промоина резко увеличилась в размерах и перехватила рост оврага, направив его в сторону железнодорожных путей. Другая промоина в дальнейшем способна перерасти в висячий овраг, вектор развития которого будет направлен в сторону железнодорожного полотна.



**Рис. 7. Конус выноса оврага в полосе отвода**



**Рис. 8. Промойка, находящаяся у вершины оврага, способная перехватить его рост**

Растительный покров оврага представлен травянистыми растениями по склонам, на дне оврага и в районе конуса выноса произрастают древесные формы. Почвы песчаные с примесью глины, количественное содержание глины больше в пробах, взятых в конусе выноса, чем в пробах, взятых со склонов оврага, что свидетельствует о том, что продолжается процесс смыва почвы со склонов.

За время полевых исследований были проведены морфометрические исследования, была измерена длина, ширина и глубина оврага, а также угол уклона склонов. Данные измерений представлены в таблице 5.

Таблица 5

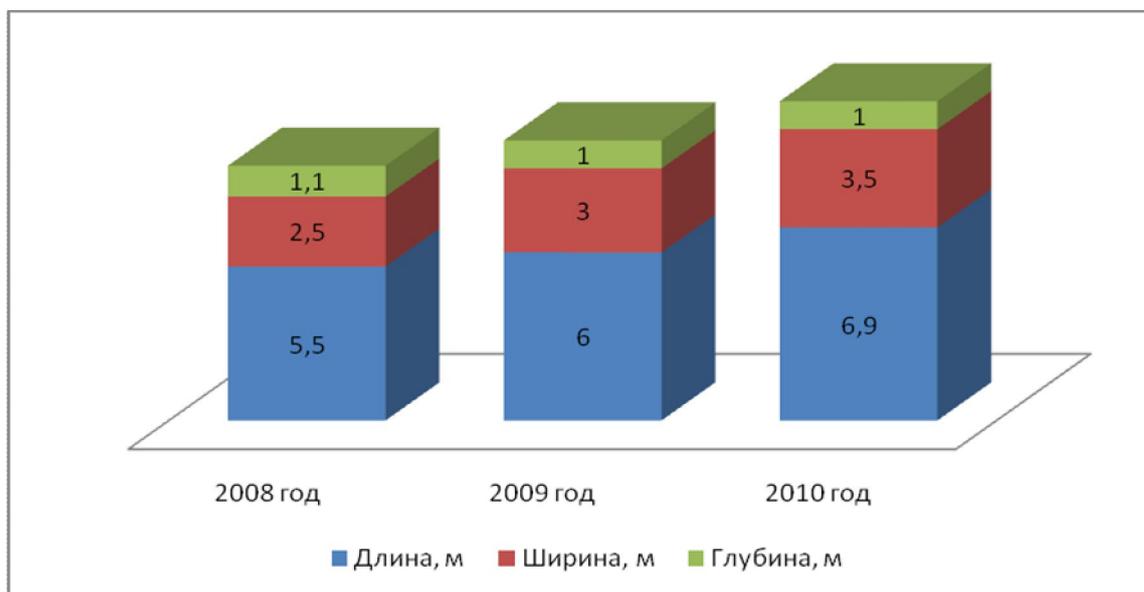
**Изменение морфометрических характеристик изучаемого оврага в окрестностях села Николаевка**

Годы	Длина, м	Ширина оврага, м		Глубина оврага, м		Угол уклона склонов, градусы	Возраст, годы
		Вершина	Устье	Вершина	Устье		
2008	5,5	1	4	1	1,2	11	20
2009	6	1,5	4,4	1	1	12	21
2010	6,9	2	5	1,2	1	12,5	22

Более наглядно изменения морфометрических характеристик исследуемого оврага можно увидеть на диаграмме (рис. 9)

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о том, что наиболее быстро изменяется длина оврага. Следовательно, в настоящий момент он проходит стадию врезания вершиной. Ширина изменяется не так стремительно, в то время как глубина остается практически неизменной. Причиной тому может служить постоянный вынос размытых масс почвы из вершины оврага, данные наносы, запол-

няя донные размывы, нивелируют появившиеся различия в глубине, тем самым, предотвращая рост оврага в глубину.



**Рис. 9. Динамика изменений основных метрических характеристик оврага в окрестностях села Николаевка**

Таким образом, изучение вышеуказанного оврага позволяет сделать вывод о причинах его происхождения, а именно – о строительстве водоотводящего канала, от опор моста и железнодорожного полотна.

Проведенные исследования показывают влияние стока атмосферных осадков на тенденцию развития эрозионных процессов, в районе исследований. Наличие действующих промоин на склонах оврага говорит о продолжающейся активности и его росте.

При визуальном осмотре оврага были обнаружены обвалившиеся опоры электропередач, что свидетельствует о разрушительном действии овражной эрозии на близлежащие хозяйственные постройки (рис 3).

Таким образом, антропогенное воздействие на развитие процессов эрозии может быть не столько прямым, сколько косвенным, осуществляющимся посредством различных сооружений, канализирующих атмосферные осадки. Гидротехнические водоотводящие сооружения являются достаточно активным фактором, усиливающим уже имеющиеся эрозионные размывы и вызывающим новые.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

**Дж. Киркби** Эрозия почв. М.: «Колос», 1984. С.11-21, 155-170. – **Джерард А.Дж.** Почвы и формы рельефа. Комплексное геоморфологическое исследование. Л.: Недра, 1984. С. 42-57, 70-71.

**Заславский М.Н.** Эрозиоведение с основами противоэрозионного земледелия. – М.: Высшая школа, 1984. С.131-147. – **Захаров П.С.** Эрозия почв и меры борьбы с ней. М.: «Колос», 1971. 191 с.

**Кузнецов М.С., Глазунов Г.П.** Эрозия и охрана почв: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2004. 352 с.

**Ларионов Г.А.** Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и качественные оценки. М., 1993. С.31, 41-43.

**Соболев С.С.** Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. Т. 2. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1960. С. 69-70.

**Швебс Г.И.** Теоретические основы эрозиоведения. Киев-Одесса: Вища школа. Головное изд-во, 1981. 224с.

**Wishmeier W.H.** A rainfall erosion index for a universal soilloss equation // Soil Science Society of America Proceedings 23, 1959. P. 246-249. – **Wishmeier W.H., Smith D.D.** Predicting rainfall erosion losses // Agricultural handbook № 537. Washington, 1978. 65 p.