

университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Антипова Надежда Владимировна, аспирант кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

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

Тел.: (8452) 23-77-67; e-mail: larionov.sgau@gmail.com.

Ключевые слова: гидробиология; ихтиофауна; анизакидные нематоды; *Anisakis simplex*; инцистированные личинки; экстенсивность инвазии (ЭИ); интенсивность инвазии (ИИ); индекс обилия (ИО).

ASSESSMENT OF CONTAMINATION OF THE MARKETABLE FISH SPECIES BY LARVAE OF NEMATODES OF THE ANISAKIS GENUS IN THE AVERAGE AND LOWER FLOW OF THE URAL RIVER

Larionov Sergey Vasilyevich, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the chair "Diseases of Animals and Veterinary and Sanitary Examination", Saratov State Agricultural University named after N.I. Vavilov. Russia.

Antipova Nadezhda Vladimirovna, Post-graduate student of the chair "Diseases of Animals and Veterinary and Sanitary Examination", Saratov State Agricultural University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: hydrology; ichthyofauna; anisakis nematodes; *Anisakis simplex*; incised LARVAE; extensiveness of invasion;

intensity of infestation; abundance index.

Data on a hydrology, hydrobiology and a fish fauna of Ural River are provided in article. It is shown that from 18 studied species of fish 6 were infected with a larvaceous anizakidosis. Identification of the activator of this invasion, with the detailed description of a structure of a body of larvae of the III stage is carried out. By the received results of researches indicators of extensiveness and intensity of an invasion and also the index of abundance of a parasite are calculated.

УДК 631.459 : 634.237

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ

ПАНФИЛОВ Андрей Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПРОЕЗДОВ Петр Николаевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

РОЗАНОВ Александр Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

КАРПУШКИН Алексей Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В статье на основе многолетних исследований в степи Приволжской возвышенности (1964–2016 гг.) приводится анализ снижения эрозии почв под влиянием системы противоэрозионных мероприятий с составлением математической модели процесса.

Эрозию почвы можно сократить до допустимой величины внедрением системы противоэрозионных мероприятий с расположением ее элементов дифференцированно от водораздела до гидрографической сети [1, 6, 7]. Причем линейная (овражная) эрозия ликвидируется путем создания на склонах противоэрозионных рубежей: лесных полос, валов и др. Поверхностная эрозия в междуречных пространствах может быть доведена до допустимых величин (значений естественного почвообразовательного процесса) агротехническими противоэрозионными приемами [6, 7]. Из агроприемов, испытанных нами в разное время, наиболее эффективным и приемлемым оказалось щелевание [6, 7].

Недостатки щелевания (заиливание при стоке и льдистость щелей при оттепелях) решаются заполнением щелей растительными остатками (соломой) в виде гребня.

Цель исследования – установить воздействие обработки почвы, культур севооборота, пастбища в системе лесных полос на эрозионные процессы почвы.

Методика исследований. В процессе многолетних исследований изучали эрозию почв, образующуюся под влиянием обработки почв, культур кормового (фитомелиоративного) и полевого севооборотов, трав пастбищеоборота; воздействие щелевания с мульчей щелей и лесных полос на эрозию почв; выявляли регрессионно-корреляционные взаимосвязи





между эрозией почв и поверхностным стоком, осадками, мульчированным щелеванием, севооборотами и лесными полосами с составлением математической модели процесса. Схема опыта представлена на рис. 1.

Методика исследования эрозии почв – общепринятая [2, 4, 5]. Обработку многолетних материалов наблюдений (1964–2016 гг.) проводили согласно рекомендациям Государственного гидрологического института [4]. Исследуемая почва – чернозем южный хрящевато-щебенчатый неполноразвитый на опоке с $(A+B) < 0,5$ м и содержанием гумуса 3,5–4,0 %.

Результаты исследований. При освоении эродированных земель после засыпки оврагов они отводились в первые 9 лет (1964–1972 гг.) под многолетние травы (фитомелиорацию), в последующие (1973–2001 гг.) – под полевые севообороты (с участием пропашных культур и паров – 25 %) и с 2002 г. – под пастбищеобороты (2002–2016 гг.), табл. 1.

Анализ табл. 1 показывает, что независимо от применяемого севооборота и пастбищеоборота, культур, щелевания с мульчированием и лесных полос ливневая эрозия почв превалирует над весенней, за исключением в эксперименте совместного влияния лесных полос с мульчированными щелями. Отметим, что весенний сток, наоборот, превышает ливневый при больших значениях коэффициентов ливневого стока.

Максимальная эрозия почвы формируется весной на зяби и летом на чистых парах: на контрольных участках она достигает величины 3,3 т/га, что на порядок превышает допустимые потери, равные 0,3 т/га для почв с $(A+B) < 0,5$ м. Эффект допустимой величины эрозии почв достигается при применении фитомелиорации, полевых севооборотов с долей

участия пропашных культур и чистых паров 25 % и пастбищ только по безотвальному рыхлению в системе лесных полос. В случае с другими культурами и пастбищами в межполосных пространствах должно применяться щелевание с мульчированием щелей (см. табл. 1; 2).

Теоретический аспект решения проблемы защиты почв от эрозии заключается в использовании аналитического и эмпирического методов, на основе которых построена множественная регрессия:

$$Es = b_0 + b_1 h_c + b_2 W_{\text{сн}} + b_3 V_0 + b_4 S_0 + b_5 h_c V_0 + b_6 h_c S_0 + b_7 V_0 S_0 + b_8 h_c V_0 S_0,$$

где Es – эрозия почв, т/га; h_c – сток, мм; $W_{\text{сн}}$ – запасы воды в снеге, мм; V_0 – коэффициент стока по вариантам опыта (мульчированное щелевание, лесные полосы); S_0 – коэффициент стока по вариантам кормового и полевого севооборота и пастбищеоборота; b_0 и b_8 – коэффициенты множественной регрессии.

Поверхность отклика для предложенной регрессионной модели представляет собой сложное многомерное многообразие. Соответствующую гиперповерхность на плоскости изобразить невозможно. Поэтому для отображения ее основных особенностей построены отдельные трехмерные сечения (рис. 2, 3).

Регрессионный и корреляционный анализ зависимостей эрозии от стока, типа севооборота, пастбищеоборота, щелевания с мульчированием показывает на тесную связь между исследуемыми показателями и приемами защиты почв от эрозии. Коэффициент детерминации 0,82 показывают, что на 82 % эрозия почв связана со стоком, агротехническими и лесомелиоративными приемами, проводимыми на культурах севооборотов и на пастбище (см. рис. 2, 3).

Полученные закономерности влияния стока, обработки почвы, культур, щелевания с мульчированием лесных полос, севооборота на эрозию могут быть использованы в системе точного земледелия для повышения эффективности и качества использования сельскохозяйственных земель, снижения расхода удобрений и водных ресурсов.

Выводы. Математическое моделирование процессов эрозии показало, что из сложных природно-антропогенных взаимодействий можно выделить главные существенные факторы: осадки, сток, коэффициент стока, агротехнические и лесомелиоративные противоэрозионные приемы.

Эрозия почвы имеет тенденцию снижения независимо от применения типа севооборота или пастбищеоборота в системе агро-, лесо-, фито-, гидромелиорации.

Противоэрозионные рубежи из лесных полос и гидротехнических сооружений прекращают линейную и сокращают поверхностную эрозию почв, дальнейшее снижение которой до допусти-



Рис. 1. Схема опытов в хозяйстве «Лесной» Татищевского района Саратовской области (степь Приволжской возвышенности)

Вариант опыта: 1 – контроль; 2 – щелевание (Щ); 3 – щелевание + вертикальное мульчирование щелей соломой, 5 т/га (Щмчв-5); 4 – лесные полосы (ЛП); 5 – ЛП+Щ; 6. ЛП + Щмчв-5. Лесные полосы № 1, 2, 3 с валами-канавами (система лесных полос)

**Влияние системы противоэрозионных мелиораций на эрозию чернозема южного
в степи Приволжской возвышенности (1964–2016 гг.)**

Агрофон	Вариант опыта (крутизна склонов – 4,5°)	Эрозия почв*, т/га, вероятность превышения, %					
		весенняя		ливневая (за 1 ливень)		всего	
		10 %	50 %	10 %	50 %	10 %	50 %
Севооборот кормовой (1964–1972 гг). 9 лет – 100% травы							
1. Зябь отвальная (3 года)	Контроль (К)	3,80	1,03	–	–	3,80	1,03
	Щелевание + мульча ще- лей, (Щ _{мчв})	2,38	0,64	–	–	2,38	0,64
	Лесные полосы (ЛП)	1,52	0,37	–	–	1,52	0,37
	ЛП + Щ _{мчв}	0,95	0,23	–	–	0,95	0,23
2. Травы 1-го года под яровыми (3 года)	К	–	–	2,00	0,70	2,00	0,70
	ЛП	–	–	0,80	0,30	0,80	0,30
3–4. Травы 2-го и 3-го годов (6 лет)	К	0,25	0,07	1,10	0,40	1,35	0,47
	Щ _{мчв}	0,18	0,06	1,10	0,10	1,28	0,16
	ЛП	0,16	0,05	0,50	0,20	0,66	0,25
	ЛП+Щ _{мчв}	0,11	0,03	0,30	0,07	0,41	0,10
Севооборот кормовой (фитомелиорация). 9 лет. 1964–1972 гг.	К	1,43	0,39	1,60	0,60	3,03	0,99
	Щ _{мчв}	0,91	0,25	1,20	0,16	2,11	0,41
	ЛП	0,61	0,16	0,70	0,30	1,31	0,46
	ЛП+Щ _{мчв}	0,39	0,11	0,37	0,07	0,76	0,18
Севооборот полевой (1973–2001 гг). 29 лет							
1. Зябь отвальная (16 лет: 10 лет под яровые, 5 лет под пропашные, 1 год под пары)	К	3,80	1,03	–	–	3,80	1,03
	Щ _{мчв}	2,38	0,64	–	–	2,38	0,64
	ЛП	1,52	0,37	–	–	1,52	0,37
	ЛП+Щ _{мчв}	0,95	0,23	–	–	0,95	0,23
2. Зябь безотвальная (8 лет: 4 года под пары и 4 года под яровые)	К	1,95	0,90	–	–	1,95	0,90
	Щ ^{**} _{мчв}	1,22	0,48	–	–	1,28	0,48
	ЛП	0,78	0,29	–	–	0,78	0,29
	ЛП+Щ ^{**} _{мчв}	0,49	0,18	–	–	0,49	0,18
3. Чистый пар (5 лет)	К	–	–	7,10	3,30	7,10	3,30
	Щ _{мчв}	–	–	2,20	0,70	2,20	0,70
	ЛП	–	–	3,90	1,2	3,90	1,20
	ЛП+Щ _{мчв}	–	–	0,90	0,25	0,90	0,25
4. Озимые (5 лет)	К	3,05	0,80	2,10	0,90	5,15	1,70
	Щ _{мчв}	1,45	0,38	1,60	0,20	3,05	0,58
	ЛП	1,13	0,24	0,80	0,30	1,93	0,54
	ЛП+Щ _{мчв}	0,54	0,11	0,40	0,07	0,94	0,18
5. Яровые (14 лет)	К	–	–	2,10	0,90	2,10	0,90
	ЛП	–	–	0,80	0,30	0,80	0,30
6. Пропашные (5 лет)	К	–	–	3,40	1,30	3,40	1,30
	Щ _{мчв}	–	–	1,80	0,50	1,80	0,50
	ЛП	–	–	1,60	0,70	1,60	0,70
	ЛП+Щ _{мчв}	–	–	0,80	0,24	0,80	0,24
Севооборот полевой 29 лет (1973–2001 гг.)	К	2,96	0,95	3,70	1,60	6,66	2,55
	Щ _{мчв}	2,50	0,55	2,20	0,40	4,70	0,95
	ЛП	1,28	0,32	1,80	0,60	3,08	0,92
	ЛП+Щ _{мчв}	0,87	0,21	0,60	0,09	1,47	0,30
В среднем по севообо- ротам, за 38 лет (1964– 2001 гг.)	К	2,62	0,64	3,20	1,40	5,82	2,04
	Щ _{мчв}	2,14	0,53	2,00	0,35	4,14	0,88
	ЛП	1,13	0,25	1,60	0,50	2,73	0,75
	ЛП+Щ _{мчв}	0,76	0,19	0,55	0,09	1,31	0,28
Пастбищеоборот (2002–2016 гг.)							
Пастбищеоборот 15 лет (2002–2016 гг.)	К	2,78	0,86	5,24	1,69	8,02	2,55
	Щ ^{**} _{мчв}	1,1	0,25	2,31	0,66	3,41	0,91
	ЛП	0,39	0,04	0,78	0,24	1,17	0,28
	ЛП+Щ ^{**} _{мчв}	0,05	0,01	0,21	0,07	0,26	0,08
В среднем по севооборо- там и пастбищеоборотам за 53 года (1964–2016 гг.)	К	2,7	0,75	4,22	1,54	6,92	2,29
	Щ _{мчв}	1,62	0,39	2,16	0,5	3,78	0,89
	ЛП	0,76	0,14	1,19	0,4	1,95	0,54
	ЛП+Щ _{мчв}	0,4	0,1	0,38	0,08	0,78	0,18

*Допустимые потери почвы для щебенчатых южных черноземов на опоке с (А+В) < 0,5 м – 0,3 т/га в год;

** щели от стоек КПП-2-150.





Влияние агротехнических и агролесомелиоративных приемов в севооборотах и пастбищеобороте на эрозию чернозема южного (1964–2016 гг.)

Севооборот, пастбище	Вариант опыта	Эрозия почв*, т/га		
		весенняя	ливневая	всего
Севооборот кормовой (фитомелиорация). 9 лет (1964–1972 гг.)	Контроль (К)	<u>0,39</u> 0,30	<u>0,60</u> 0,28	<u>0,99</u> 0,58
	Щелевание + мульча щелей (Щ мчв)	<u>0,25</u> 0,20	<u>0,16</u> 0,13	<u>0,41</u> 0,33
	Лесные полосы (ЛП)	<u>0,16</u> 0,13	0,30 0,17	0,46 0,30
	ЛП+Щмчв	<u>0,11</u> 0,08	<u>0,07</u> 0,07	<u>0,18</u> 0,15
Севооборот полевой. 29 лет (1973–2002 гг.)	Контроль (К)	<u>0,95</u> 0,88	1,60 0,91	2,55 1,79
	Щелевание + мульча щелей (Щ мчв)	<u>0,55</u> 0,46	<u>0,40</u> 0,30	<u>0,95</u> 0,76
	Лесные полосы (ЛП)	<u>0,32</u> 0,13	0,60 0,17	0,92 0,30
	ЛП+Щмчв	<u>0,21</u> 0,10	<u>0,09</u> 0,07	<u>0,30</u> 0,17
Пастбищеоборот. 15 лет (2002–2016 гг.)	Контроль (К)	0,86	1,69	2,55
	Щелевание + мульча щелей (Щ мчв)	0,25	0,66	0,91
	Лесные полосы (ЛП)	0,04	0,24	0,28
	ЛП+Щмчв	0,01	0,07	0,08
В среднем по севооборотам и пастбищеобороту. 53 года (1964–2016 гг.)	Контроль (К)	<u>0,73</u> 0,68	<u>1,30</u> 0,96	<u>2,03</u> 1,64
	Щелевание + мульча щелей (Щ мчв)	<u>0,35</u> 0,30	0,41 0,36	0,76 0,66
	Лесные полосы (ЛП)	<u>0,17</u> 0,10	<u>0,33</u> 0,19	<u>0,50</u> 0,29
	ЛП+Щмчв	<u>0,11</u> 0,06	0,08 0,07	0,19 0,13

Примечание: числитель – данные по отвальной обработке; знаменатель – данные по безотвальной обработке почвы.* допустимая эрозия почв – 0,3 т/га.

мой величины зависит от применения в межполосных пространствах агротехнических приемов (щелевания с мульчированием, безотвального рыхления с мульчированием).

Допустимая величина эрозии для чернозема южного с $(A+B) < 0,5$ м – 0,3 т/га получена в результате многолетних исследований в противоэрозионном эксперименте (1964–2016 гг.).

Проведенные исследования позволили сделать следующие рекомендации:

создавать системы агро-, фито, лесо-, гид-

ромелиоративных приемов дифференцированно от водораздела до гидрографической сети;

создавать противоэрозионные рубежи из лесных полос совместно с гидросооружениями на расстояниях, обратно пропорциональных уклону склонов, при крутизне 5° – 300 м;

применять в междурубежных пространствах щелевание или безотвальное (плоскорезное) рыхление с мульчированием щелей растительными остатками с целью защиты от заиления и льдистости;

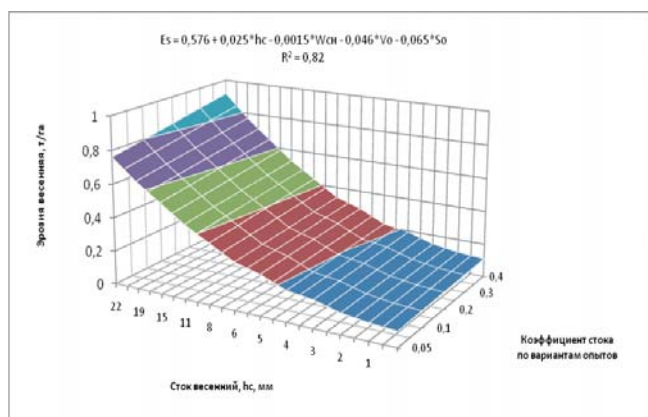


Рис. 2. Зависимость эрозии почв от стока, щелевания с мульчированием и лесных полос
 $W_{сч}$ – запасы воды в снеге, мм; V_0 – варианты опыта с щелеванием, мульчированием и лесными полосами;
 S_0 – варианты кормового и полевого севооборота и пастбищеоборота

принимать расстояние между щелями 1,4 м и дозу мульчи 5 т/га;

применять безотвальную (плоскорезную) обработку почвы на 35–40 см;

принимать допустимую величину эрозии для почв с $(A+B) < 0,5$ м – 0,3 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агролесомелиорация /под ред. А.И. Иванова [и др.]. – Волгоград, 2006. – 746 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
3. Кузник И.А., Лысов А.В. Опыт изучения стока и эрозии на Приволжской возвышенности. – М.: Изд-во АН СССР, сер. геогр. – 1974. – № 6. – С. 84–91.
4. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – СПб.: ГУ «ГГИ», 2005. – 103 с.
5. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 88 с.
6. Проездов П.Н., Маштаков Д.А. Лесомелиорация в первой четверти XXI века: исторические вехи, концепция, теория, эксперимент, практика, стратегия развития // Вестник Саратовского госагроуниверси-

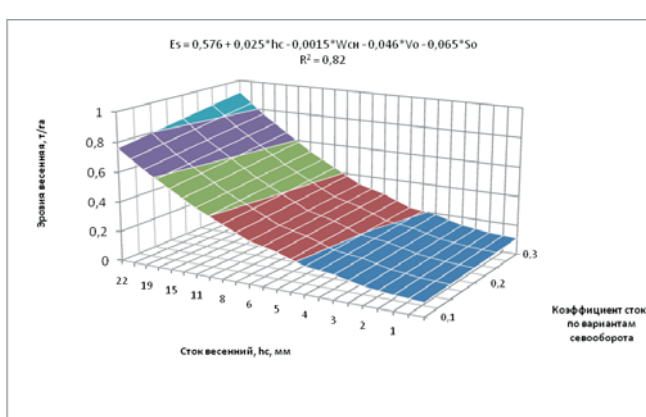


Рис. 3. Зависимость эрозии почв от стока, типа севооборота и пастбищеоборота в системе лесных полос
 $W_{сч}$ – запасы воды в снеге, мм; V_0 – варианты опыта с щелеванием, мульчированием и лесными полосами;
 S_0 – варианты кормового и полевого севооборота и пастбищеоборота

тета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 8. – С. 24–28.

7. Проездов П.Н., Маштаков Д.А. Агролесомелиорация / П.Н. Проездов [и др.]. – Саратов, 2016. – 472 с.

8. Проездов П.Н., Вишнякова В.В. Водный баланс агролесоландшафтов. – М.: Планета, 2016. – 116 с.

Панфилов Андрей Владимирович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Организация производства и управление бизнесом в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Проездов Петр Николаевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Лесное хозяйство и лесомелиорация», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Розанов Александр Владимирович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Математика и математическое моделирование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Карпушкин Алексей Владимирович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

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

Тел.: 89042433897.

Ключевые слова: агролесомелиорация; земледелие; севооборот; пастбище; щелевание; мульчирование; эрозия; сток; осадки; регрессия; корреляция; моделирование.

MODELING OF PROCESSES OF EROSION CONTROL OF AGRICULTURE AND AGROFORESTRY

Proezdov Peter Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Forestry and Forest Reclamation", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Panfilov Andrei Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Organization of Production and Business Management in Agriculture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Rozanov Aleksandr Vladimirovich, Candidate of physical-mathematical Sciences, Associate Professor of the chair "Economic Cybernetics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Karpushkin Aleksei Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Engineering Survey-

ing, Environmental Engineering and Water Management", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: agroforestry, agriculture, crop rotation, pasture, meadow, mulching, erosion, runoff, precipitation, regression, correlation, modeling.

The article is based on years of research in the steppes of the Volga upland (1964–2016.) provides an analysis of the reduction of soil erosion under the impact of erosion control measures with the preparation of the mathematical model of the process.

