

## ПОЧВОЗАЩИТНАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ НА ЮЖНОМ ЧЕРНОЗЕМЕ

Проездов П.Н., Удалова О.Г., Дормидонтова Н.В., Есков Д.В., Розанов А.В.

*ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»,  
Саратов, e-mail: priroda523@yandex.ru*

Повышение почвозащитной и экономической эффективности использования пастбищных угодий под влиянием защитных лесных насаждений и минеральных удобрений явилось целью исследования. Методика исследования базировалась на рекомендациях МГУ, ВНИАЛМИ, НИИСХ ЮВ, ФГБНУ «Росинформагротех», Б.А. Доспехова. Экономическая эффективность использования эродированных пастбищных угодий во многом зависит от применения комплекса противозерозионных агролесомелиоративных мероприятий. Комплекс включает: рекультивированный участок склона с засыпкой оврагов при сохранении плодородного слоя почвы; посадку 5-рядной стокорегулирующей лесной полосы ажурной конструкции с валом-канавой в нижней опушке, главной породой – березой повислой; ниже лесной полосы по склону через 50 метров посадку трех двухъярусных кустарниковых кулис из бузины красной. Комплекс противозерозионных приемов, прежде всего, влияет на снегоотложение и эрозию почв, прилегающих к насаждениям пастбищ. В многоснежные зимы увеличение воздействия защитных насаждений на снег составляет до 16,3%, в малоснежные – до 2,7 раза, в среднем – на 21,5%. Без комплекса защитных насаждений эрозия возрастает от предшествующей снеготаянию малоснежной зимы, связанной с промерзанием почвы и формированием стока, и ливней со стоком. Содержание пастбищ на допустимом уровне эрозии (0,3 т/га с  $A+B < 0,5$  м) с созданием защитных лесных насаждений, как противозерозионных рубежей, увеличивает продуктивность трав до 89%, а с учетом качества кормов – до 8,5 раза. Несомненно, повышение продуктивности увеличивает эффективность использования пастбищных угодий: в среднем в 4,1 раза, в засушливые годы в 61,3 раза. Оптимальная доза применения удобрения –  $N_{30}P_{30}$ , увеличение которой до  $N_{60}P_{60}$  снижает рентабельность в среднем на 33,8% из-за высокой цены удобрений, составляющей до 69% от затрат. Статистический анализ взаимосвязи рентабельности пастбищ с погодными условиями, эрозией почв, продуктивностью трав, защищенностью угодий защитными насаждениями установил коэффициенты детерминации 0,62-0,94. Предлагается применять на пастбищных склонах 3-5° лесные полосы через 350-250 м, кустарниковые кулисы через 50 м и минеральные удобрения дозой  $N_{30}P_{30}$ .

**Ключевые слова:** южный чернозем, пастбище, защитные лесные насаждения, удобрения, продуктивность, рентабельность, моделирование

## SOIL PROTECTION AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF PASTURE LANDS UNDER THE INFLUENCE OF FOREST RECLAMATION AND AGROCHEMICAL TECHNIQUES IN THE SOUTHERN CHERNOZEM

Proezdov P.N., Udalova O.G., Dormidondova N.V., Eskov D.V., Rozanov A.V.

*Saratov State Agrarian University named N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: priroda523@yandex.ru*

The aim of the study was to increase the soil protection and economic efficiency of the use of pasture lands under the influence of protective forest plantations and mineral fertilizers. The research methodology was based on the recommendations of MSU, VNIALMI, NIISH SE, FSBI "Rosinformagrotech", B.A. Dospikhov. The economic efficiency of the use of eroded pasture lands largely depends on the use of a complex of anti-erosion agroforestry measures. The complex includes: a recultivated section of the slope with the filling of ravines while maintaining a fertile soil layer; planting of a 5-row flow-regulating forest strip of openwork construction with a shaft-ditch in the lower edge, the main rock is a hanging birch; below the forest strip on the slope after 50 meters, planting three two-tiered shrub wings of red elder. The complex of anti-erosion techniques primarily affects snow deposition and erosion of soils adjacent to pasture plantations. In snowy winters, the increase in the impact of protective plantings on snow is up to 16,3%, in low-snow winters – up to 2,7 times, on average – by 21,5%. Without a complex of protective plantings, erosion increases from the low-snow winter preceding snowmelt, associated with freezing of the soil and the formation of runoff, and downpours with runoff. The content of pastures at an acceptable level of erosion (0.3 t/ha with  $A + B < 0,5$  m) with the creation of protective forest stands as anti-erosion boundaries increases the productivity of grasses up to 89%, and taking into account the quality of feed – up to 8,5 times. Undoubtedly, the increase in productivity increases the efficiency of the use of pasture lands: on average by 4,1 times, in dry years by 61,3 times. The optimal dose of fertilizer application is  $N_{30}P_{30}$ , an increase of which to  $N_{60}P_{60}$  reduces profitability by an average of 33,8% due to the high price of fertilizers, which is up to 69% of the cost. Statistical analysis of the relationship between the profitability of pastures with weather conditions, soil erosion, grass productivity, protection of land with protective plantings, established determination coefficients of 0,62-0,94. It is proposed to apply on pasture slopes 3-5° forest strips through 350-250 m, shrubby wings through 50 m and mineral fertilizers with a dose of  $N_{30}P_{30}$ .

**Keywords:** southern chernozem, pasture, protective forest plantations, fertilizers, productivity, profitability, modeling

На современном этапе развития аграрного сектора экономики России использование эродированных пастбищных угодий требует комплексного подхода освоения, включающего организационно-хозяйственные, лесомелиоративные, агрохимические, гидромелиоративные и другие приемы [1-3]. На сегодня исследования влияния защитных лесных насаждений, удобрений на плодородие почв, продуктивность культур в основном посвящены пахотным землям. К определению эколого-экономической эффективности использования земельных ресурсов предложено не только совместное применение органоминеральных удобрений, но и поиск альтернативных путей обеспечения воспроизводства плодородия почв [4]. Наибольший доход на один рубль расходов при применении полного удобрения (NPK-соединения) и биопрепаратов Альбита и Азотовита на озимой ржи получен в размере до 6,3% по сравнению с контролем [5]. Затраты на лесную мелиорацию эродированной пашни юга России окупаются в среднем через 5 лет после смыкания лесных полос [6]. В США защитные свойства лесов рассматриваются агролесоводством (агролесомелиорацией): на равнинной пашне применяют ветрозащитные лесные полосы, на склоновых пастбищах – пастбищезащитные насаждения без акцента на противозерозионную роль лесных полос [7].

Цель исследования – повышение противозерозионной и экономической эффективности использования эродированных пастбищ под влиянием защитных лесных насаждений и минеральных удобрений.

#### Материалы и методы исследования

Объектами наблюдений и исследований являются пастбище и системы противозерозионных мероприятий (ПЭМ), расположенные на северном склоне территории фермерского хозяйства (ФХ) «Вязовский» Татищевского района Саратовской области (рис. 1).

Система ПЭМ, созданная под руководством И.А. Кузника, М.А. Дудорева, П.Н. Проедова в 1964–1983 гг., включает следующие элементы (рис. 1, 2) [2]: организацию территории на контурной ландшафтной основе; засыпку оврагов; планировку мелиоративных участков после засыпки оврагов с сохранением плодородного слоя почвы; внесение навоза 50 т/га; посадку стокорегулирующей лесной полосы ажурной конструкции с валом-канавой в нижней опушке, шириной 15 м, главной породой березой повислой (*Betula pendula*) – Б, сопутствующей вязом приземистым (*Ulmus pumila*) – Вп и кустарником смородиной золотистой (*Ribes aureum*) – Смз в верхней опушке; там же ниже по склону посадку трех двухрядных кустарниковых кулис из бузины красной (*Sambucus racemosa*). Схема смешения в лесной полосе с верхней опушки: Смз-Вп-Б-Б-Вп.

Почва опытного участка – чернозем южный среднесуглинистый среднесмытый неполноразвитый на опоке с содержанием гумуса 3,6%.

В исследованиях применяли методы агролесомелиорации, агрохимии, экономики. Опыты выполнены по общепринятым методикам МГУ [8], ВНИАЛМИ [9], ФГБНУ «Росинформагротех» [10]. Исследования лесных полос и кустарниковых кулис выполнены согласно методике ВНИАЛМИ [9] с закладкой пробных площадей по ОСТ 56-69-83 (1983).

Применение и расчет дозы минеральных удобрений (вносились азот и фосфор, калий не вносился из-за высокого содержания в почве – > 300 мг/кг), учет урожая трав пастбищ на делянках 50 м<sup>2</sup> в 3-кратной повторности – по рекомендациям Б.А. Доспехова [11], НИИСХ ЮВ [12]; экономическая эффективность – прямым расчетом, исходя из переводных коэффициентов в кормовые единицы трав пастбищ по отношению к овсу [13], причем расчет производится путем косьбы трав на делянках опыта с целью дальнейшего сохранения и обновления видового состава растений [14].

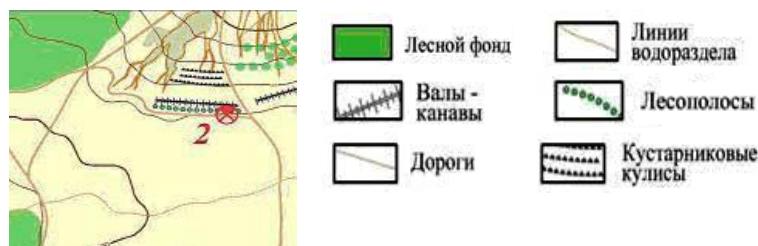


Рис. 1. Опыт в агроландшафте 2 с противозерозионными мероприятиями в фермерском хозяйстве «Вязовский»

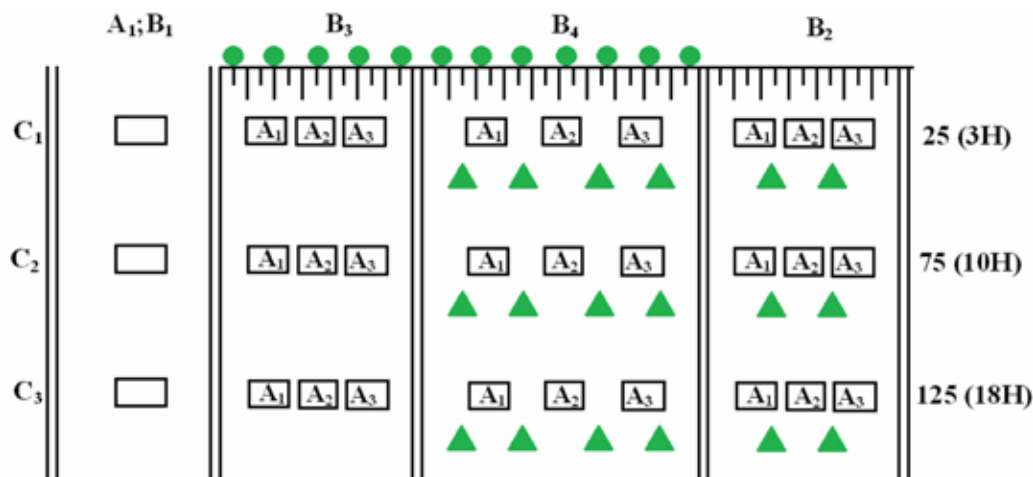


Рис. 2. Схема трёхфакторного опыта с расположением делянок в ФХ «Вязовский»

Опыт проведен по трехфакторной схеме (рис. 2): фактор А – дозы удобрений, кг/га,  $A_1$  – без удобрений,  $A_2$  –  $N_{30}P_{30}$ ;  $A_3$  –  $N_{60}P_{60}$ ; фактор В – использование вариантов агролесомелиоративных насаждений, обладающих различной степенью защищенности угодий (прилегающих пастбищ): 1. Пастбище (Пб) открытое (контроль) – 0,2; 2. Пб + кустарниковые кулисы (КК) + валы-каналы (ВК) – 0,4; 3. Пб + лесные полосы (ЛП) + ВК – 0,6; 4. Пб + ЛП + КК + ВК – 0,9; фактор С – расстояние от лесной полосы (ЛП) в единицах защитной высоты ЛП (Н):  $C_1=3Н$  (25м),  $C_2=10Н$  (75м),  $C_3=18Н$  (125м).

Опытные данные обрабатывались методами дисперсионного и регрессионно-корреляционного анализа согласно методике Б.А. Доспехова с использованием компьютерных программ Statistica, Scilab и пакета анализа табличного процессора MS Excel.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Теоретический аспект повышения экономической эффективности использования эродированных пастбищных угодий заключается в применении аналитического и эмпирического методов для установления уравнений множественной регрессии:

$$P = b_0 + b_1 E_s + b_2 B + b_3 Y + b_4 E_s + b_5 E_s Y + b_6 B Y + b_7 E_s B Y, \quad (1)$$

$$P = b_0 + b_1 O_r + b_2 U + b_3 Y + b_4 O_r U + b_5 O_r Y + b_6 U Y + b_7 O_r U Y, \quad (2)$$

где  $P$  – рентабельность использования пастбищных угодий, %;  $E_s$  – эрозия почв, т/га;

$U$  – доза минеральных удобрений (NP), кг/га;  $Y$  – продуктивность трав пастбища, т/га;  $B$  – степень защищенности угодий от эрозии защитными лесными насаждениями и агротехническими приемами;  $O_r$  – гидротермический коэффициент (отношение количества осадков (мм), умноженное на 10, к сумме температур  $> 10^\circ C$  за вегетацию растений);  $b_0$ - $b_7$  – коэффициенты множественной регрессии.

Для более полной оценки экономической эффективности использования пастбищных угодий применены показатели эрозии, доз удобрений, противозерозионных почвозащитных приемов, увлажнения вегетационного периода отрастания трав.

Освоение эродированных земель заключается в создании лесных полос и кустарниковых кулис с валами-канавами. При создании лесной полосы (1983 г.) в качестве сопутствующей породы применен вяз приземистый, который впоследствии своими боковыми ветвями усложнял формирование ажурной конструкции. У главной породы – березы повислой с возрастом произошло самоочищение нижних сучьев до высоты 1,5-2 м. Береза растет по 3, вяз по 4 классу бонитета. Защитная высота лесной полосы 8 м с защищенностью прилегающего пастбища 60%. Кустарниковые кулисы с защитной высотой 1,5 м защищают пастбище на 40%, а лесные полосы совместно с кустарниковыми кулисами – на 90% (табл. 1). В лесной полосе периодически проводили рубки ухода с целью поддержания ажурной конструкции, для чего удалялись верхние боковые сучья крайних рядов вяза, подрост, больные и сухие деревья,

бурелом, бурьян. Кустарник кулис дважды сажался «на пень». Уходы за насаждениями учитывались в расчетах экономической эффективности. Межполосные пространства оставляли под пастбища, как они были до засыпки оврагов.

Защитные лесные насаждения ажурной конструкции накапливают снега в среднем на 11,4-21,5% больше по сравнению с открытыми ландшафтами, причем в многоснежные зимы – до 10,5%, в малоснежные зимы – до 2,7 раза, что позитивно отражается на повышении продуктивности растений. Эрозия почв в агролесоландшафтах принимает допустимые размеры, которые составляют для почв с А+В<0,5м 0,3 т/га [2] (табл. 1).

Расчеты рентабельности пастбищных угодий под воздействием лесных полос, кустарниковых кулис и удобрений приведены в таблице 2.

Продукция сена пастбища оценена, исходя из переводного коэффициента в кормовые единицы по отношению к 1 кг овса в кг кормовых единиц (к.ед.) [13]:

- 0,15 – сено эродированных пастбищ, очень плохое без влияния лесных полос (ЛП), кустарниковых кулис (КК), удобрений (У);
- 0,34; 0,37; 0,40 – сено под влиянием КК; КК+У дозой N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>; КК+У дозой N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>;
- 0,47; 0,50; 0,53 – сено под влиянием ЛП; ЛП+У дозой N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>; КК+ЛП+У дозой N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>;
- 0,55; 0,57; 0,60 – сено под влиянием КК+ЛП; КК+ЛП+У дозой N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>; КК+ЛП+У дозой N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>.

Разница в переводных коэффициентах связана с увеличением видов трав, обладающих более ценными кормовыми качествами, например бобовыми, формирующимися под влиянием защитных лесных насаждений [2; 13].

Таблица 1

Элементы водного баланса и эрозия на южном черноземе под влиянием защитных лесных насаждений

Защитные насаждения и удобрения	Снеговые запасы воды, мм	Осадки ливневые со стоком, мм	Снеговые запасы воды + осадки ливневые, мм	Эрозия весенняя + ливневая, т/га	Степень защищенности угодий от эрозии
2018 г. Очень многоснежная зима 2017-2018 гг. 2 ливня со стоком					
1. Без лесных полос (ЛП), кустарниковых кулис (КК)	215	33	248	2,03	0,2
2. КК	237	33	270	1,27	0,4
3. ЛП	248	33	281	0,55	0,6
4. ЛП+КК	250	33	283	0,16	0,9
2019 г. Очень многоснежная зима 2018-2019 гг. 2 ливня со стоком					
1. Без ЛП, КК	207	19	226	0,49	0,2
2. КК	219	19	238	0,39	0,4
3. ЛП	222	19	241	0,33	0,6
4. ЛП+КК	229	19	248	0,02	0,9
2020 г. Очень малоснежная зима 2019-2020 гг. 1 ливень со стоком					
1. Без ЛП, КК	24	13	37	0,57	0,2
2. КК	41	13	54	0,41	0,4
3. ЛП	53	13	66	0,32	0,6
4. ЛП+КК	64	13	77	0,09	0,9
В среднем за 2018-2020 годы					
1. Без ЛП, КК	149	22	171	1,03	0,2
2. КК	166	22	188	0,69	0,4
3. ЛП	174	22	196	0,40	0,6
4. ЛП+КК	181	22	203	0,09	0,9

Затраты на удобрение (стоимость и внесение) трав пастбища составляют при дозе 60 кг/га – 1,1 тыс. руб./га; 120 кг/га – 1,8 тыс. руб./га [10]. Учтены также издержки на уборку и транспорт продукции к животноводческой ферме [10] и уходы за защитными лесными насаждениями (рубки ухода, «посадка на пень» кустарника, санитарные рубки) [9]. Удобрения в затратах составляют в засушливые годы 51,6-69,0%, во влажные – 51,9-63,8%, причем с повышением степени защищенности пастбища

(применение кустарниковых кулис, лесных полос) доля участия удобрений в затратах уменьшается независимо от увлажнения вегетационного периода отрастания трав пастбища.

Цена овса среднего качества в 2021 г. составляла 4,8 тыс. руб./т.

В соответствии с динамикой продуктивности трав закономерно изменяется рентабельность под влиянием лесных и химических мелиораций с тенденцией увеличения воздействия удобрений во влажные годы.

**Таблица 2**

Экономическая оценка влияния защитных лесных насаждений и удобрений на продуктивность трав пастбища за 2018–2020 гг.

Защитные насаждения и удобрения	Продуктивность трав		Затраты, тыс.руб./га	Оценка продукции, тыс.руб./га	Прибыль, тыс.руб./га	Рентабельность, %
	т/га	т к.ед./га				
2018 г. Среднесухой вегетационный период. ГТК = 0,45. НСР <sub>05</sub> =0,11 т/га						
1. Без лесных полос (ЛП), кустарниковых кулис (КК) и удобрений (У)	2,31	0,35	0,91	1,68	0,77	85
2. КК+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	2,96	1,10	2,01	5,28	3,27	162
3. КК+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	3,11	1,24	2,71	5,95	3,24	120
4. ЛП+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	3,13	1,72	2,11	8,26	6,15	291
5. ЛП+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	3,31	1,89	2,81	9,07	6,26	223
6. ЛП+ КК+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	3,36	2,18	2,13	10,46	8,33	391
7. ЛП+ КК+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	3,53	2,36	2,83	11,33	8,50	300
2019 г. Сухой вегетационный период. ГТК=0,30. НСР <sub>05</sub> =0,05 т/га						
1. Без ЛП, КК и У	1,00	0,15	0,70	0,72	0,02	3
2. КК+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	1,48	0,55	1,91	2,64	0,73	38
3. КК+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	1,53	0,61	2,61	2,93	0,32	12
4. ЛП+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	1,70	0,94	2,01	4,51	2,50	124
5. ЛП+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	1,74	0,99	2,71	4,75	2,04	75
6. ЛП+ КК+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	1,84	1,20	2,03	5,76	3,73	184
7. ЛП+ КК+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	1,89	1,27	2,73	6,10	3,37	123
2020 г. Средневлажный вегетационный период 2020 г. ГТК=1,15. НСР <sub>05</sub> =0,05 т/га						
1. Без ЛП, КК и У	3,71	0,56	0,97	2,69	1,72	177
2. КК+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	4,52	1,67	2,07	8,02	5,95	287
3. КК+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	4,68	1,87	2,77	8,98	6,21	224
4. ЛП+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	4,72	2,60	2,11	12,48	10,37	491
5. ЛП+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	4,83	2,75	2,81	13,20	10,39	370
6. ЛП+ КК+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	4,85	3,15	2,12	15,12	13,00	613
7. ЛП+ КК+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	4,95	3,32	2,82	15,94	13,12	465
В среднем за 2018–2020 годы. НСР <sub>05</sub> =0,07 т/га						
1. Без ЛП, КК и У	2,34	0,35	0,86	1,70	0,84	98
2. КК+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	2,99	1,11	2,00	5,33	3,33	166
3. КК+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	3,11	1,24	2,70	5,95	3,25	120
4. ЛП+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	3,19	1,75	2,08	8,40	6,32	304
5. ЛП+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	3,29	1,88	2,78	9,02	6,24	224
6. ЛП+ КК+У (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> )	3,35	2,18	2,09	10,46	8,37	400
7. ЛП+ КК+У (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )	3,46	2,32	2,79	11,14	8,35	299
ГТК – гидротермический коэффициент. НСР <sub>05</sub> – наименьшая существенная разность на 5% уровне значимости для продуктивности трав.						

С применением кустарниковых кулис и лесных полос под влиянием дозы минеральных удобрений рентабельность пастбищных угодий увеличивается в сухие годы в 4,1-61 раз, в среднесухие – на 41,2-460%, во влажные – на 26,5-346% (табл. 2).

Согласно экономическим расчетам наиболее рентабельным оказалось применение дозы удобрения  $N_{30}P_{30}$  в системе лесных полос и кустарниковых кулис (табл. 2).

Статистический анализ зависимостей рентабельности трав пастбищ с гидротермическим коэффициентом, эрозией почв, удобрениями, продуктивностью и степенью защищенности угодий защитными лесными

насаждениями показал, что поверхности откликов для предложенных регрессионных моделей (1, 2) представляют собой сложное многомерное многообразие. Соответствующую гиперповерхность на плоскости изобразить невозможно, поэтому для отображения ее основных особенностей построены отдельные трехмерные сечения.

Рентабельность трав пастбищ (модели 1, 2) на 62-94% обусловлена эрозией почв, гидротермическим коэффициентом (осадками и температурой), дозой удобрений, продуктивностью и степенью защищенности угодий лесомелиоративными приемами (рисунки 3-5).

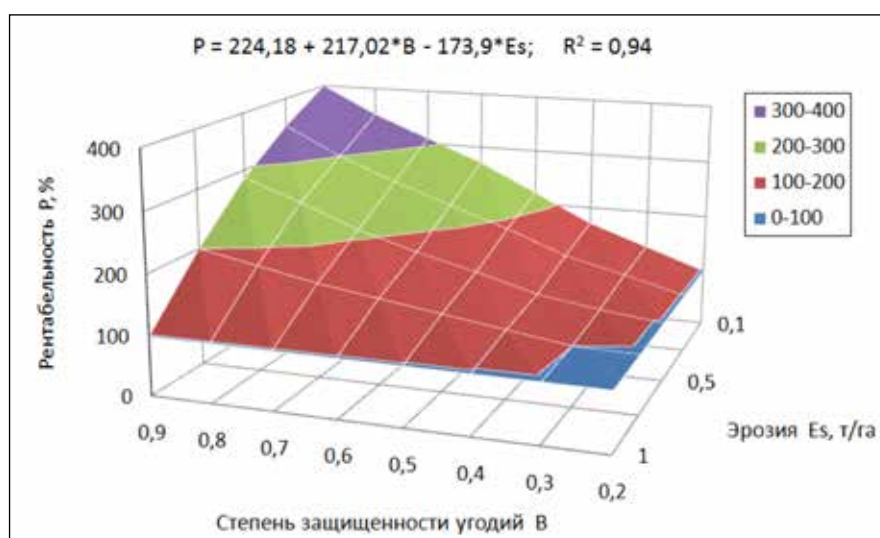


Рис. 3. Зависимость рентабельности от эрозии и степени защищенности пастбищных угодий при дозе удобрений 60 кг/га ( $N_{30}P_{30}$ ) в среднем за 2018–2020 гг.

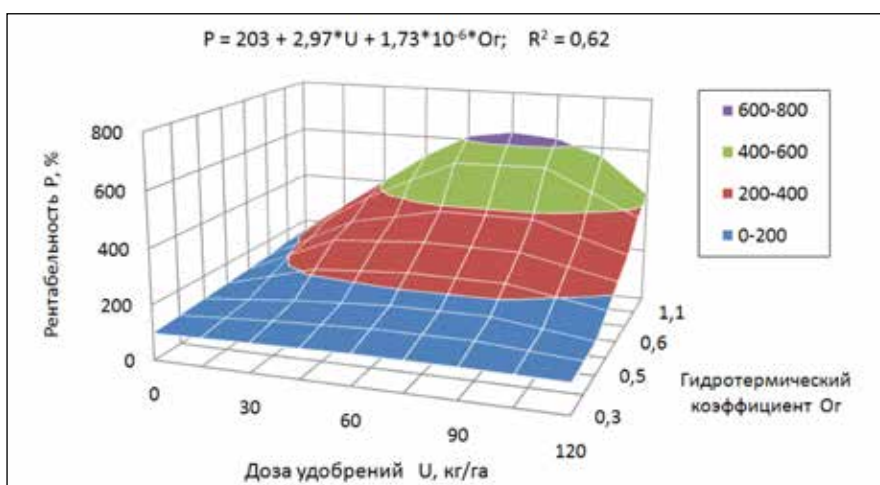
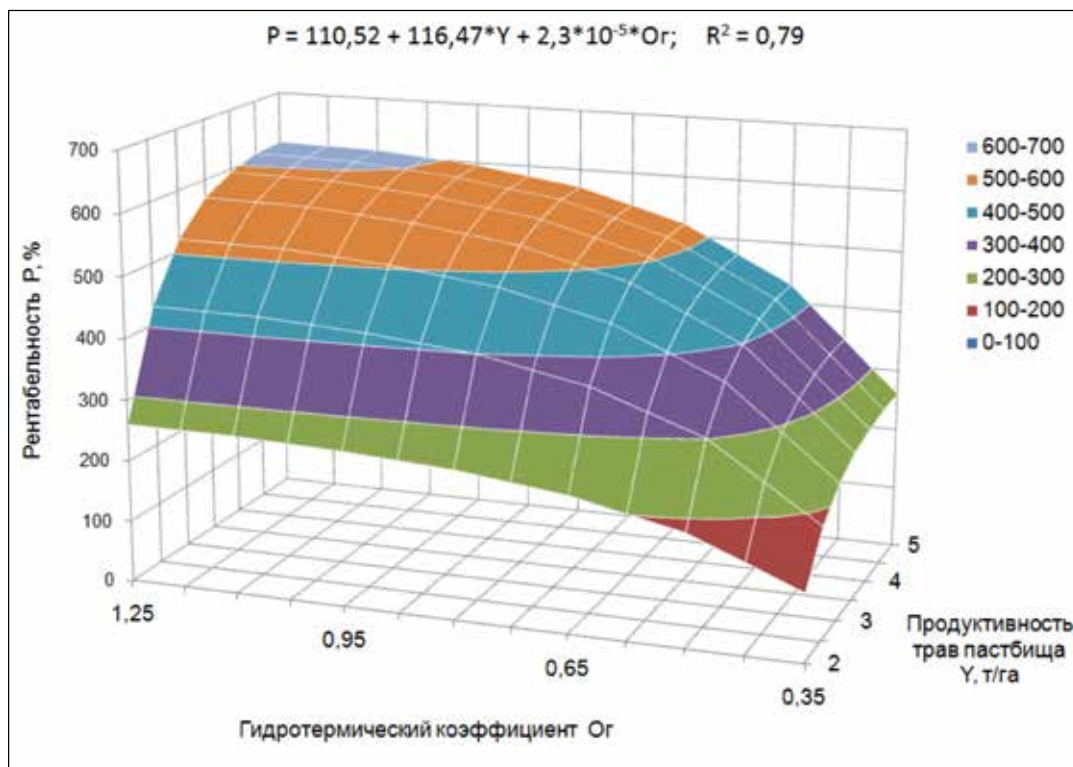


Рис. 4. Зависимость рентабельности от гидротермического коэффициента и дозы удобрений при степени защищенности пастбищных угодий  $B = 0,9$



*Рис. 5. Зависимость рентабельности от гидротермического коэффициента и продуктивности пастбищных угодий при дозе удобрений 60 кг/га*

Исследования показали, что повышение дозы удобрений в 2 раза снизило рентабельность в 1,3-3,2 раза в зависимости от увлажнения вегетационного периода отрастания трав пастбища, причем большее уменьшение характерно сухим годам. Поэтому, анализируя данные наблюдения, можно предположить, что во влажные годы с гидротермическим коэффициентом более 1,7 дозу минеральных удобрений с дробным внесением следует увеличить до  $N_{60}P_{60}$ . Данное предположение подтверждено исследованиями на сельскохозяйственных культурах, где авторы статьи отмечают повышение урожайности в зависимости от складывающихся гидротермических условий на 10-20% [15].

#### Заключение

Продуктивность пастбищных угодий при совместном воздействии защитных лесных насаждений и минеральных удобрений дозой  $N_{30}P_{30}$  наиболее рентабельна и составляет 400,4%. Увеличение дозы удобрений в два раза ( $N_{60}P_{60}$ ) снижает рентабельность в 1,3 раза из-за высокой стоимости удобрений, составляющей до 69% от затрат.

Регрессионно-корреляционный анализ установил тесную взаимосвязь между рентабельностью трав пастбища с гидротермическими условиями вегетации растений, эрозией почв, лесомелиоративными и агрохимическими приемами (коэффициенты детерминации  $R^2 = 0,62 - 0,94$ ).

Рекомендуется создавать на пастбищных склонах 3-5° контурные лесные полосы на расстоянии 350-250 м с размещением в межполосном пространстве кустарниковых кулис через 50 м; применять в засушливые и средневлажные периоды вегетации трав пастбищ дозу удобрений 60 кг/га ( $N_{30}P_{30}$ ).

#### Список литературы / References

1. Кулик Ю.Н., Дубенок Н.Н., Рулев А.С., Пугачева Е.В. ВНИАЛМИ – лидер агролесомелиоративной науки в России: современная концепция защитного лесоразведения // Вестник Волгоградского государственного университета. 2015. №3. С. 108-114.
- Kulik K.N., Dubenok N.N., Rulev A.S., Pugacheva A.M. VNIALMI – leader of agroforestry science in Russia: modern concept of protective afforestation // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. № 3(13). P. 108-114 (in Russian).
2. Проездов П.Н., Панфилова Е.Г., Колотырин К.П., Панфилов А.В. Эколого-экономическая эффективность агролесомелиоративных мероприятий в степных ландшафтах // Аграрный научный журнал. 2017. № 5. С. 27-33.

- Proezdov P.N., Panfilova E.G., Kolotirin K.P., Panfilov A.V. Ecological and economic efficiency of agroforestry measures in the conditions of steppe landscapes. // *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*. 2017. № 5. P. 27-33 (in Russian).
3. Кундиус В.В. Роль агролесомелиорации в повышении экологической устойчивости и экономической эффективности агроландшафтов // *Природообустройство*. 2010. № 4. С. 92-95.
- Kundius V.V. The role of agroforestry in improving environmental sustainability and economic efficiency of agricultural landscapes // *Prirodoobustroystvo*. 2010. № 4. P. 27-33. (in Russian)
4. Dubovitski A., Klimentova E., Nikitin A., Babushkin V., Goncharova N. Ecological and economic aspects of efficiency of the use of land resources. *Innovative Technologies in Science and Education*, ITSE. 2020. 11004.
5. Kargin V.I., Zakharkina R.A., Danilin S.I., Geraskin M.M., Erofeev A.A. Economic evaluation of winter rye cultivation technology. *ESPAIOS*. 2019. V. 40. № 24. P. 22.
6. Манаенков А.С, Корнеева Е.А. Затратность мероприятий по лесомелиорации пахотных земель на юге России, подверженных ветровой и водной эрозии // *Региональная экономика. Юг России*. 2015. № 2 (8). С. 69-76.
- Manaenkov A.S., Korneeva E.A. The cost of measures for forest reclamation of arable land in the south of Russia, subject to wind and water erosion // *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii*. 2015. № 2. P. 69-76. (in Russian).
7. Agrawal A., Wollenberg E. and Persha L. Governing agriculture-forest landscapes to achieve climate change mitigation // *Global Environmental Change*. 2014. № 29. P. 270-280.
8. Практикум по агрохимии / Под редакцией В.Г. Минеева. М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2001. 689 с.
- Workshop on agronomic chemistry / Edited by V.G. Mineev. Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2001. 689 p. (in Russian).
9. Павловский Е.С., Долгилевич М.И. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. М.: ВАСХНИЛ, ВНИАЛМИ, 1985. 112 с.
- Pavlovsky E.S., Dolgilevich M.I. The methodology of system research forest-agrarian landscapes // М.: Academy of agricultural Sciences, VNIALMI, 1985. 112 p. (in Russian).
10. Эффективность сельскохозяйственного производства (методические рекомендации) / Под редакцией И.С. Санду, В.А. Свободина, В.И. Нечаева, М.В. Косолаповой, В.Ф. Федоренко. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 228 с.
- Sandu I.S., Svobodin V.A., Nechaev V.I., Kosolapova M.V., Fedorenko V.F. Efficiency of agricultural production (methodological recommendations) 2013. 228 c. (in Russian).
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
- Dospexov B.A. Technique of field experiment (with bases of statistical processing of results of researches). М.: Книга по Trebovaniyu, 2012. 352 p. (in Russian).
12. Рекомендации по методике проведения наблюдений в полевом опыте. Саратов: НИИСХ ЮБ, 1973. 323 с.
- Recommendations on the methodology of conducting observations in the field experience of 1973 SRIAC SE. Saratov, 323 p. (in Russian).
13. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. Электронный фонд правовых и нормативных документов. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200113892>. (дата обращения: 01.03.2022).
- Guidelines for assessing the quality and nutritional value of feed. Electronic fund of legal and regulatory documents. [Electronic resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200113892>. (date of access: 01.03.2022). (in Russian).
14. Проездов П.Н., Панфилов А.В., Удалова О.Г., Гулина Е.В., Спивак Н.А. Динамика видового состава и продуктивности трав пастбищ под влиянием лесных полос // *Аграрный научный журнал*. 2017. № 8. С.24-28.
- Proezdov P.N., Panfilov A.V., Udalova O.G., Gulina E.V., Spivak N.A. / Dynamics of species composition and productivity of pasture grasses under the influence of forest strips // *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*. 2017. № 8. P. 24-28. (in Russian).
15. Пронько В.В., Чуб М.П., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф., Журавлёв Д.Ю. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения в различных гидротермических условиях степного Поволжья // *Аграрный научный журнал*. 2017. № 9. С. 27-32.
- Pronko V.V., Chub M.P., Yaroshenko T.M., Klimova N.F. and Zhuravlev D.Yu. Responsiveness of agricultural crops to mineral fertilizers in various hydrothermal conditions of the steppe Volga region // *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*. 2017. № 9. P. 27-32. (in Russian).