

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТУРНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ УСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ ПАШНИ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО, ЭРОЗИОННО-ОПАСНОГО РЕЛЬЕФА

Коды JEL: Q51, R 52, P28.

Недикова Е. В., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой землеустройства и ландшафтного проектирования, Воронежский государственный аграрный университет, г. Воронеж, Россия.

E-mail: nedicova@yandex.ru

SPIN-код: 3960-4542

Чечин Д. И., кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования Воронежский государственный аграрный университет, г. Воронеж, Россия.

E-mail: dmit.chechin@yandex.ru

SPIN-код: 3892-6085

Садыгов Э. А., кандидат экономических наук, доцент кафедры земельного кадастра, Воронежский государственный аграрный университет, г. Воронеж, Россия.

E-mail: elzas.sadygov@mail.ru

SPIN-код: 3991-6840

Поступила в редакцию 19.09.2022. Принята к публикации 23.09.2022

Аннотация

Предмет. Проектирование линейных элементов организации территории, эрозионно-опасные земли, системы земледелия, повышение плодородия земель.

Цель. Рекомендации по проектированию контурных линейных элементов организации и устройства территории пахотных угодий в условиях эрозионно-опасного рельефа.

Методология. Экономико-статистический и монографический методы, методы логического и сравнительного анализа.

Результаты. В статье показана необходимость в проектировании контурных элементов организации и устройства территории пахотных угодий. Система линейных элементов устройства полевых агроландшафтов выполняет важную организационно-технологическую функцию, так как является конструктивной основой, закрепляющей в натуре границы рабочих участков на долгие годы и программирующей условия выполнения противоэрозионной обработки и всех агротехнологических приемов адаптивного земледелия. Отмечается, что при сложном, эрозионно-опасном рельефе необходимо проектировать базисные рубежи на расчетной основе с учетом допустимых параметров.

Область применения. Практика и экономика сельскохозяйственного землепользования.

Выводы. В современных условиях, когда страна крайне нуждается в устойчивом, стабильном развитии земледелия для обеспечения продовольственной безопасности, необходимо создавать надежные условия для защиты пашни от эрозии и других неблагоприятных природных явлений, повышать плодородие почв на основе оптимального устройства пашни. Основным энергетическим фактором развития современной эрозии почв является рельеф местности, поэтому условия формирования оптимальных агротехнологических условий обработки пахотных массивов напрямую предопределяются особенностями рельефа местности. Агротехнологические мероприятия по обработке пашни должны быть «вписаны» в рельеф склонов и это достигается контурным проектированием линейных элементов инфраструктуры полевых агроландшафтов. Для создания надёжных условий по обеспечению рационального использования пашни и снижения эрозионных процессов необходимо детально и на цифровой основе учитывать их особенности.

Ключевые слова. Эрозионно-опасные земли, рельеф местности, контурная организация и устройство территории.

DESIGN OF CONTOUR LINEAR ELEMENTS OF THE DEVICE OF THE TERRITORY OF ARABLE LAND IN CONDITIONS OF COMPLEX, EROSION-HAZARDOUS AND DANGEROUS TERRAIN

Коды JEL: Q51, R 52, P28

Nedikova E. V., Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Land Management and Landscape Design, Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia.

E-mail: nedikova@yandex.ru

SPIN-код: 3960-4542

Chechin D. I., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Landscape Design, Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia.

E-mail: dmit.chechin@yandex.ru

SPIN-код: 3892-6085

Sadygov E. A., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia

E-mail: elzas.sadygov@mail.ru

SPIN-код: 3991-6840

Annotation

Subject. Design of linear elements of the organization of the territory, erosion-hazardous lands, farming systems, increasing the fertility of lands.

Goal. Recommendations for the design of contour linear elements of the organization and arrangement of the territory of arable land in conditions of erosion-hazardous terrain.

Methodology. Economic-statistical and monographic methods, methods of logical and comparative analysis.

Results. The article shows the need for the design of contour elements of the organization and arrangement of the territory of arable land. The system of linear elements of the device of field agricultural landscapes performs an important organizational and technological function, as it is a constructive basis that fixes in kind the boundaries of working areas for many years and programs the conditions for performing anti-erosion treatment and all agrotechnological techniques of adaptive farming. It is noted that with a complex, erosion-hazardous terrain, it is necessary to design the basic boundaries on a calculated basis, taking into account the permissible parameters.

Scope of application. Practice and economics of agricultural land use.

Conclusions. In modern conditions, when the country is in dire need of sustainable, stable development of agriculture to ensure food security, it is necessary to create reliable conditions to protect arable land from erosion and other adverse natural phenomena, to increase soil fertility based on the optimal arrangement of arable land. The main energy factor in the development of modern soil erosion is the terrain, therefore, the conditions for the formation of optimal agrotechnological conditions for the processing of arable massifs are directly predetermined by the terrain features. Agrotechnological measures for the cultivation of arable land should be «inscribed» in the relief of the slopes and this is achieved by contour design of linear elements of the infrastructure of field agricultural landscapes. In order to create reliable conditions for ensuring the rational use of arable land and reducing erosion processes, it is necessary to take into account their features in detail and on a digital basis.

Keywords: Erosion-hazardous lands, terrain, contour organization and arrangement of the territory.

DOI: 10.22394/1997-4469-2022-58-3-116-123

Введение

Проводя анализ использования пахотных земель в Воронежской области, следует отметить невыполнение ранее запроектированных организационно-территориальных мероприя-

тий по устройству пашни в условиях сложного рельефа.

Это определено стремлением получения высокой экономической эффективности в отрасли земледелия сельскохозяйственных предприя-

тий и снижением затрат на осуществление землеустроительных мероприятий по инфраструктурному обустройству пашни, что приводит зачастую к проявлению эрозионных процессов и снижению плодородия почв.

Решая задачи надёжного устройства пашни в условиях сложного рельефа и создания условий для их рационального использования, одновременно закладываются предпосылки формирования микроклимата полевых агроландшафтов. Агротехнологические мероприятия по обработке пашни должны быть «вписаны» в рельеф склонов и это достигается контурным проектированием линейных элементов инфраструктуры полевых агроландшафтов. Для создания надёжных условий по обеспечению рационального использования пашни и снижения эрозионных процессов необходимо детально и на цифровой основе учитывать их особенности. В настоящее время особо актуальной является задача сохранения и рационального использования каждого гектара продуктивной пашни, совершенствование технологических процессов при возделывании различных сельскохозяйственных культур на склонах разных экспозиций (положением по отношению к сторонам света), эродированностью, разными формами склонов, особенностями продольных и поперечных профилей.

Проектирование контурных линейных элементов устройства территории пашни в условиях сложного, эрозионно-опасного рельефа

В Воронежском государственном аграрном университете на протяжении 30 лет ведутся исследования в данной области и апробированы результаты научно-практических рекомендаций по проведению противоэрозионных работ на пашне с учетом технологических требований зональных систем земледелия применительно к Центрально-Черноземному региону Российской Федерации [3, 5, 7]. Изучены теоретические условия и особенности проявления эрозионных и дефляционных процессов на территории Воронежской области, даны практические рекомендации по защите земель от водной и ветровой эрозии, разработаны агротехнологические модели контурного устройства пахотных земель для ведения адаптивного земледелия на основе внедрения системы дифференцированных севооборотов с учётом различных пахотных ареалов установленных на основе классов потенциальной эрозионной опасности почв [4].

Для Воронежской области это особо важная задача, так как область является аграрным регионом, где земли сельскохозяйствен-

ного назначения занимают около 60 % территории. К сожалению, 50 % из них эродированы, другие обладают потенциальной эрозионной опасностью. Традиционные агротехнологические приемы обработки пашни в рамках сложившихся систем земледелия не всегда применимы на склонах. Проводя ландшафтный анализ пашни, расположенной на склонах, следует отметить, что на них создаются особые микроклиматические и почвенно-экологические условия. При чем, они значительно отличаются от условий, формирующихся на равнине. На основе многолетних исследований было выявлено, что показатели агрофизических свойств черноземов значительно ухудшились и существенно отличаются особенно это прослеживается на смытых почвах. Следует отметить, что агрофизические свойства почв, к примеру, плотность сложения, при увеличении эродированности растёт, для слабосмытых — величина варьирует от 1,46 до 2,63 %, а для сильносмытых почв наблюдается значительная динамика роста показателя от 11 до 22 %. Наряду с этим отмечается катастрофическое падение плодородия почв, снижение содержания гумуса. На слабосмытых почвах оно ниже на — 25 %, среднесмытых — до 45 %, а на сильносмытых более — 70 % по сравнению с не смытыми почвами [6].

Решая задачи надёжного устройства пашни в условиях сложного рельефа и создания условий для их рационального использования, одновременно закладываются предпосылки формирования микроклимата полевых агроландшафтов. Агроклиматические условия равнинной территории заметно отличаются от склонов, особенно ярко это проявляется в зимний период года, когда происходит формирование снежного покрова. Так, в результате преобладания юго-восточных ветров, высота снега, а также запас воды в снежном покрове в 2 раза больше на пахотных массивах склонов западной и северной экспозиции, чем на восточной и южной. Высота снежного покрова и запасы воды в снеге существенно влияют на интенсивность и скорость поверхностного склонового стока, смыв почвы в ранневесенний период, а также на глубину промерзания пахотных земель и степень их прогревания. На южной и восточной экспозициях склонов посевы озимых сельскохозяйственных культур значительно сильнее подвержены экстремальным условиям перезимовки, чем те же культуры на западных и северных склонах.

Основным энергетическим фактором развития современной эрозии почв является рельеф местности, поэтому условия формирования оптимальных агротехнологических условий обработки пахотных массивов напрямую предпо-

деляются особенностями рельефа местности. Агротехнологические мероприятия по обработке пашни должны быть «вписаны» в рельеф склонов и это достигается контурным проектированием линейных элементов инфраструктуры полевых агроландшафтов. Для создания надёжных условий по обеспечению рационального использования пашни и снижения эрозионных процессов необходимо детально и на цифровой основе учитывать их особенности. В настоящее время особо актуальной является задача сохранения и рационального использования каждого гектара продуктивной пашни, совершенствование технологических процессов при возделывании различных сельскохозяйственных культур на склонах разных экспозиций (положением по отношению к сторонам света), эродированностью, разными формами склонов, особенностями продольных и поперечных профилей [1].

В условиях пересечённого рельефа, преобладания сложных форм склонов должны быть созданы надёжные базисные рубежи для выполнения поперечной контурной обработки пашни. Контурность направляющего базис-

ного рубежа обработки, то есть кривизна линейного элемента должна обеспечивать оптимальные условия работы машинотракторных агрегатов.

Современное устройство пашни необходимо разрабатывать на основе детального количественного и качественного учета всех факторов и условий, определяющих развитие эрозионных процессов на склонах, с целью формирования надёжной организационно-территориальной основы для ведения адаптивного земледелия. Для устойчивого устройства полевых агроландшафтов в условиях сложного рельефа и повышения достоверности результатов проектирования базисных рубежей обработки на расчётной основе, целесообразно учитывать степень эрозионной опасности той или иной формы склона, как продольного, так и поперечного профилей пахотных склонов. Известно, что контурный характер лесной полосы определяет форма поперечного профиля склона. Для целей проектирования линейных элементов устройства территории выделяют следующие формы поперечного профиля: прямые, рассеивающие, и собирающие (рис. 1).

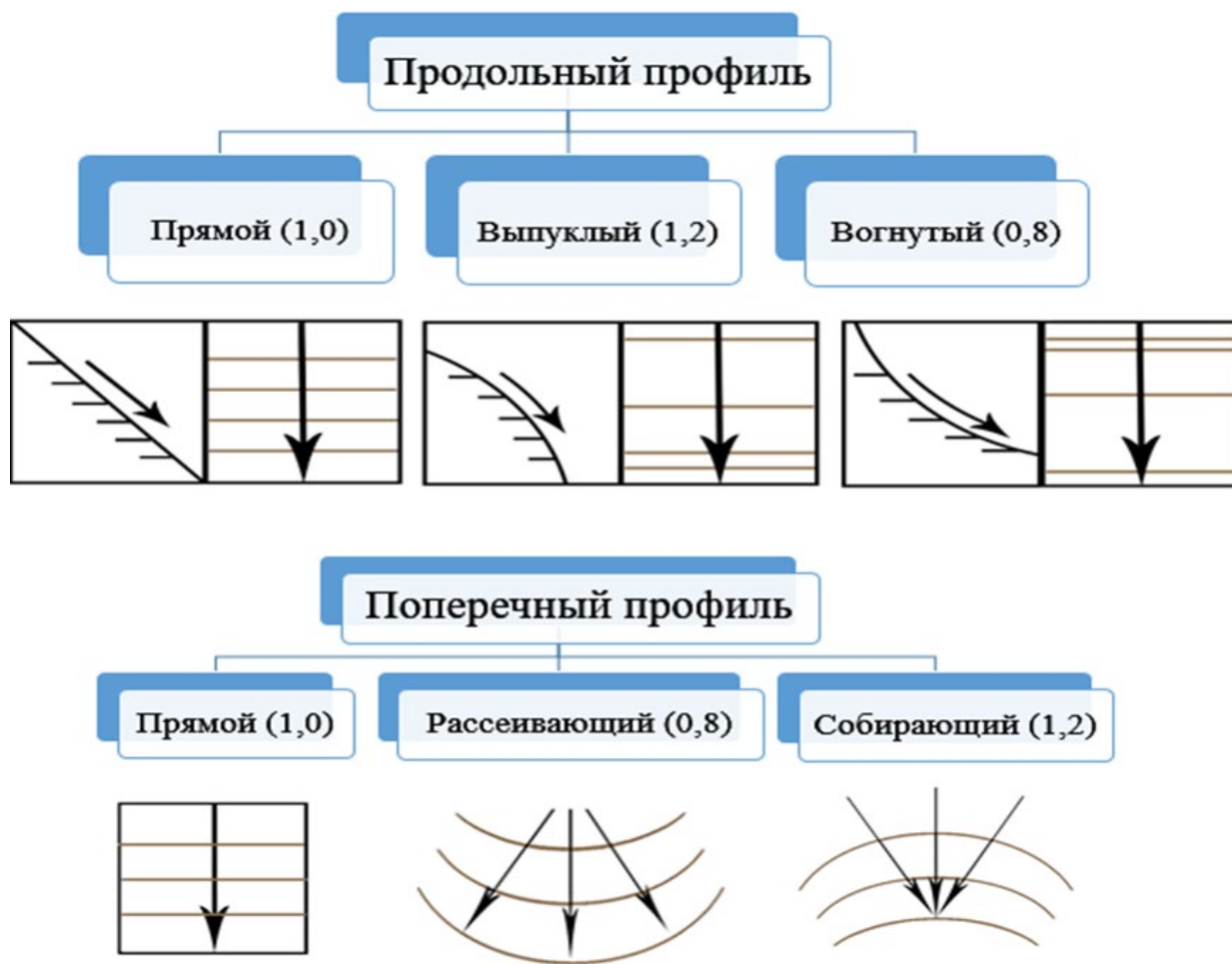


Рис. 1. Относительная оценка продольного и поперечного профилей формы склонов

Как правило, система базисных рубежей позволяет вписать агротехнологические процессы земледелия в природную предрасположенность каждого конкретного участка пашни, представляющего тот или иной вид полевого агроландшафта. В широком смысле под устройством территории полевого агроландшафта понимается согласованное размещение системы линейных элементов (системы лесных полос, дорожной сети, системы кустарниковых кулис и кустарников, залуженных ложбин и системы буферных полос и других элементов), которые формируют агротехнологически однородные, оптимально устроенные рабочие участки. Рабочий участок выступает отправным элемен-

том формирования дифференцированных севооборотов.

С учетом конкретных особенностей форм пахотных склонов проектируются различные по конфигурации базисные рубежи: от прямолинейных (на поперечно прямых склонах), до контурных (на склонах со сложным поперечным профилем). На рисунке 2 представлена классификация конфигурации контурных линейных элементов устройства пашни.

Основная задача агротехнологического устройства заключается в том, чтобы базисные рубежи программировали на всем склоне обработку поперек склона и с допустимыми радиусами кривизны рабочих проходов агрегатов.

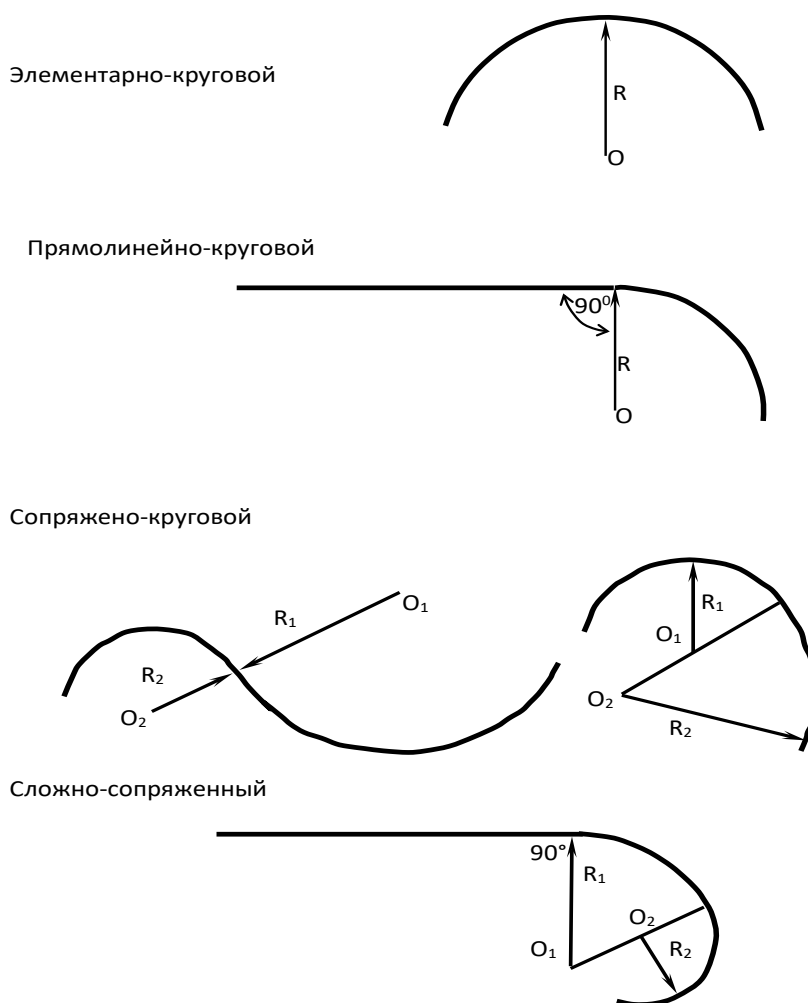


Рис. 2. Классификация конфигурации контурных линейных элементов

Проектируемые линейные элементы на сложных склонах могут быть элементарно-круговыми, прямолинейно-круговыми, сопряженно-круговыми и сложно-сопряженными. Они должны размещаться поперек склона с соблюдением допустимых параметров отклонения от горизонталей и обеспечивать поперечную обработку на всем протяжении склона. В зависимо-

сти от степени выпуклости или вогнутости поперечного профиля склона противоэрозионная обработка возможна на всем склоне или на его отдельных частях. На склонах, которые представлены совокупностью выпуклых и вогнутых поперечных профилей рельефа, довольно часто возникает необходимость проектирования линейных элементов устройства территории слож-

ной конфигурации. Каждый такой линейный элемент может быть представлен как совокупностью сопряженных круговых кривых. Такие разновидности контурных рубежей называют сопряженно-круговыми. Сопряженно-круговые линейные элементы имеют довольно большое разнообразие по особенностям своей конфигурации. Так как базисные рубежи создают организационно-территориальный каркас устройства полевых агроландшафтов на длительную перспективу и программируют технологические условия выполнения агроприёмов системы земледелия и являются направляющими рубежами обработки и к ним необходимо предъявлять следующие требования:

— минимальный радиус кривизны контурного рубежа должен быть равен 60 м.

— точка сопряжения прямолинейного отрезка с круговой кривой лежит в точке касания (там, где радиус и прямой отрезок образуют угол в 90°).

— точка сопряжения двух круговых кривых лежит в месте пересечения с прямой, проходящей через их центры.

— при проектировании на склоне системы линейных элементов необходимо стремиться к их параллельности, круговые кривые являются параллельными, если они имеют единый центр.

Зачастую, в процессе устройства территории пашни в условиях сложного рельефа местности, представленного совокупностью различных как рассеивающих, так и собирающих форм поперечного профиля, где горизонталы не параллельны (сближаются и расходятся), не представляется возможным запроектировать линейный элемент поперёк склона (по горизонталы) и он будет иметь продольный уклон. Поэтому в таких случаях необходимо проектировать контурные элементы устройства территории только в направлении общей массы горизонталей. Возникает ситуация, когда некоторые контурные линейные элементы располагаются под углом к горизонталям и в этих случаях необходимо обеспечить, чтобы скорость поверхностного склонового стока не превышала критически допустимую, при которой начинается размыв почвы. Для оценки предотвращения размыва и смыва почвы необходимо учитывать допустимые параметры отклонения линейных элементов от горизонталей с учётом почв, уклона и длины. В таблице 1 представлены параметры допустимых длин линий стока по рабочим направлениям, которые напрямую зависят от возделываемых сельскохозяйственных культур и условий эрозионной опасности территории пашни.

Таблица 1

Допустимые параметры оценки проектирования устройства пашни

Уклон в рабочем направлении, градусы	Допустимая протяжённость линейного элемента, м								
	Пар чистый, сахарная свекла, кукуруза на зерно			Подсолнечник, кукуруза на зеленый корм и силос			Озимые, яровые, зерновые, пар занятый		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0,5	101	204	283	136	272	373	207	416	577
1,0	63	126	175	34	163	233	127	256	355
1,5	50	100	138	66	133	134	101	203	231
2,0	43	63	120	53	116	160	33	176	244
2,5	39	79	110	52	105	145	30	160	222
3,0	36	74	102	49	93	136	75	150	203
3,5	34	70	97	46	93	129	71	142	197
4,0	33	67	93	44	39	123	63	136	139
4,5	32	65	90	43	36	120	66	132	133
5,0	31	63	37	42	34	117	64	129	173
5,5	30	62	36	41	32	114	63	125	174
6,0	30	61	34	40	31	112	61	123	170
6,5	29	60	33	39	79	110	60	121	169
7,0	29	59	32	39	78	108	60	119	165

Примечание: римскими цифрами показаны группы почв.

Данные параметры оценки устройства пашни и запроектированных линейных элементов разработаны для основных групп почв

Воронежской области [2] с учётом предельно допустимых скоростей поверхностного стока (таблица 2).

Предельно допустимые скорости стока воды, м/сек

Группа почв	Наименование типа и подтипа почв	Предельно допустимые скорости стока воды, м/сек
I	Дерново-подзолистые, светло-серые	0,12
II	Черноземы мощные, выщелоченные, оподзоленные, обыкновенные, южные, темно-каштановые	0,17
III	Черноземы мощные, деградированные	0,20

Заключение

Система линейных элементов устройства полевых агроландшафтов выполняет важную организационно-технологическую функцию, так как является конструктивной основой, закрепляющей в природе границы рабочих участков на долгие годы и программирующей условия выполнения противоэрозионной обработки и всех агротехнологических приемов адаптивного земледелия поперёк склонов. Необходимо, чтобы все базисные рубежи обработки были запроектированы на расчётной основе с учетом допустимых параметров.

В современных условиях, когда страна крайне нуждается в устойчивом, стабильном развитии земледелия для обеспечения продовольственной безопасности, необходимо создавать надежные условия для защиты пашни от эрозии и других неблагоприятных природных явлений, повышать плодородие почв на основе оптимального устройства пашни.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калюгин П. Б. Нанорельеф у линейных рубежей и влияние его на перераспределение стока / П. Б. Калюгин // Совершенствование землепользования и землеустройства в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства : сборник научных трудов. — Воронеж, 1988. — С. 143—149.
2. Лопырев М. И. Методика определения допустимых параметров при проектировании линейных элементов территории в условиях пересеченного рельефа / М. И. Лопырев, В. И. Марковский. — Воронежский СХИ, 1974. — Т. 64. Вопросы современного землеустройства, геодезии и планировки сельских населенных мест в условиях ЦЧЗ. — С. 12—23.
3. Лопырев М. И. Эколого-ландшафтное совершенствование систем земледелия в Центральном Черноземье / М. И. Лопырев, В. Д. Постолов,

Д. И. Чечин, П. Б. Калюгин, В. В. Адерихин, О. П. Семенов, С. А. Оробинский, В. И. Цебегеев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2001. — № 4. — С. 206—211.

4. Недикова Е. В. Методика обоснования хозяйственного использования агроландшафтов в условиях центрально-черноземного региона / Е. В. Недикова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2011. — № 3 (30). — С. 146—149.

5. Недикова Е. В. Оптимальные соотношения земельных угодий сельскохозяйственных организаций на агроландшафтной основе / Е. В. Недикова // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2012. — № 8 (92). — С. 45—49.

6. Чечин Д. И. Изучение исторических этапов формирования землепользования — залог эффективного управления территориями / Д. И. Чечин, К. Д. Недиков // Регион: системы, экономика, управление. — 2018. — № 4 (43). — С. 167—173.

7. Постолов В. Д. Экологическая модель устойчивого ландшафта / В. Д. Постолов, Е. А. Нартова // Агроэкологический вестник : сборник / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации, Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I. — Воронеж, 2012. — С. 75—81.

LIST OF LITERATURE

1. Kalyugin P. B. Nanorelief at linear boundaries and its influence on the redistribution of runoff / P. B. Kalyugin // Improvement of land use and land management in conditions of intensification of agricultural production : collection of scientific papers. — Voronezh, 1988. — Pp. 143—149.
2. Lopyrev M. I. Methodology for determining acceptable parameters in the design of linear elements of the territory in conditions of rugged terrain / M. I. Lopyrev, V. I. Markovsky. — Scientific tr./ Voronezh School of Economics, 1974. — Vol. 64. Issues of modern land management, geodesy and planning of rural settlements in the conditions of the Central Economic Zone. — Pp. 12—23.
3. Lopyrev M. I. Ecological and landscape improvement of farming systems in the Central Chernozem region / M. I. Lopyrev, V. D. Postolov, D. I. Chechin, P. B. Kalyugin, V. V. Aderikhin,

O. P. Semenov, S. A. Orobinsky, V. I. Tsebegee // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. — 2001. — No. 4. — Pp. 206—211.

4. *Nedikova E. V.* Methodology for substantiating the economic use of agricultural landscapes in the conditions of the central chernozem region / E. V. Nedikova // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. — 2011. — No. 3 (30). — Pp. 146—149.

5. *Nedikova E. V.* Optimal ratios of land plots of agricultural organizations on an agro-landscape basis / E. V. Nedikova // Land management, cadastre and land monitoring. — 2012. — No. 8 (92). — Pp. 45—49.

6. *Chechin D. I.* The study of historical stages of land use formation - the key to effective management of territories / D. I. Chechin, K. D. Nedikov // Region: systems, economics, management. — 2018. — No. 4 (43). — Pp. 167—173.

7. *Postolov V. D.* Ecological model of a sustainable landscape / V. D. Postolov, E. A. Nartova // Agroecological Bulletin : collection / Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I. — Voronezh, 2012. — Pp. 75—81.