
На правах рукописи

Анастасия

НАРОЖНЯЯ Анастасия Григорьевна

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ
АГРОЛАНДШАФТОВ ПРИ ИХ АДАПТИВНОМ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ**

25.00.26 – землеустройство, кадастр и мониторинг земель

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата географических наук

Белгород 2011

Работа выполнена на кафедре природопользования и земельного кадастра
ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»

Научный руководитель **ЛИСЕЦКИЙ Федор Николаевич**
доктор географических наук, профессор

Официальные оппоненты: **ЖЕРДЕВ Владимир Николаевич**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

НЕСТЕРОВ Юрий Анатольевич
кандидат географических наук, доцент

Ведущая организация **Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт
земледелия и защиты почв от эрозии Россельхозакадемии**


Защита состоится 25 октября 2011 г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.036.02 при Воронежском государственном педагогическом университете, по адресу: 394043, г. Воронеж, ул. Ленина, 86, ауд. 408.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке научных работников ВГПУ по адресу: 394043, г. Воронеж, ул. Ленина, 86, ауд. 34.

Автореферат разослан 23 сентября 2011 г.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах, заверенных печатью) просим направлять по адресу: 394043, г. Воронеж, ул. Ленина, 86. ВГПУ, естественно-географический факультет, ученому секретарю диссертационного совета ДМ-212.036.02. Факс: 8 (4732) 55-19-49, e-mail: shmykov@vsru.ac.ru

Ученый секретарь,
диссертационного совета,
кандидат географических наук,
доцент



В.И. Шмыков

2014
18287

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Регулирование поверхностного стока воды и смыва почвы в условиях меняющегося климата и проявления экстремальных погодных явлений (засух, ливней) особенно актуально, так как эти процессы приводят к снижению урожайности культур, заилению, загрязнению и деградации рек, эвтрофированию водоемов. Для решения данных проблем необходимо комплексное обустройство бассейнов рек, получившее название почвоводоохранного (Каштанов, Заславский, 1984). Такое землеустройство должно объединить и взаимоувязать все элементы почвозащитного комплекса, а проведение его на территории бассейна реки позволит на основе общности гидрофункционирования, связанной с поверхностным стоком и транспортом наносов, получить упорядоченную информацию о ландшафтообразующих потоках вещества и энергии, а также учесть динамические связи ландшафтов при землеустроительном проектировании.

В Белгородской области в настоящее время распахано около 61 % площади земель, что наряду с традиционной прямолинейной организацией территории и напряженным эколого-хозяйственным состоянием (Лисецкий, 2007) привело к сокращению речной сети по сравнению с концом XVIII в. на 29,2 % (Чендев, Петин и др., 2008) и увеличению доли эродированных почв до 53,4 % площади области. Поэтому здесь необходимо внедрение почвоводоохранной экологически сбалансированной организации агроландшафтов и смежных земель, что позволит минимизировать почвенно-деградационные процессы, сохранить качество земель и окружающей среды.

Объект исследования – агроландшафты бассейнов малых рек Белгородской области.

Предмет – адаптивное почвоводоохранное землеустройство агроландшафтов и смежных земель бассейнов малых рек на основе экологической и энергетической оценок.

Цель исследования – разработка принципов и подходов к экологической и энергетической оценке ландшафтных бассейновых структур и обоснование приоритетных мероприятий для их адаптивного почвоводоохранного обустройства (на примере бассейнов малых рек Белгородской области).

Для достижения поставленной цели в работе решали следующие задачи:

- 1) анализ разнопорядковой долинной и овражно-балочной сети с учетом бассейновой организации территории;
- 2) гидрографо-географическая типизация бассейнов рек для определения различий в их природно-хозяйственном состоянии;
- 3) разработка дифференцированного комплекса приоритетных почвоводоохранных мероприятий для бассейнов малых рек на основе их гидрографо-географической типизации;
- 4) обоснование этапов почвоводоохранного обустройства агроландшафтов бассейнов малых рек;
- 5) разработка и адаптация подхода к интегральной оценке природно-антропогенной энергии.

РОС. НАЦИОНАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
09.01.2014 742

Теоретические основы исследования. Подходы по рационализации использования земельных ресурсов в связи с задачами противоэрозионного землеустройства обоснованы в работах отечественных ученых: Н.И. Маккавеева, А.Н. Каштанова, М.Н. Заславского, Г.П. Сурмача, Г.И. Швевса, М.И. Лопырева, Г.А. Ларионова, А.Т. Барабанова, В.П. Герасименко, М.В. Кумани, О.Г. Котляровой, В.Д. Постолова, В.М. Володина, В.И. Кирюшина, Н.М. Шелякина, С.Ю. Булыгина и др.

Комплексный подход по оптимизации ландшафтов получает дополнительные преимущества при использовании бассейновой концепции, разработанной Р. Хортоном, Ф.Н. Мильковым, А.А. Вирским, Л.М. Корытным, Ю.Г. Симоновым, В.М. Смольяниновым, В.И. Шмыковым, В.Н. Жердевым, П.С. Русиновым, С.И. Зотовым, P. Quevaucviller и др.

Применение геоинформационных систем основано на работах по моделированию и геоинформационному картографированию ландшафтов и природных процессов Д.Л. Арманда, А.М. Берлянта, О.П. Ермолаева, И.К. Лурье, В.С. Тикунова, А.А. Светличного, А.В. Кошкарева, R. Tomlinson, D. Tomlin и др.

Материалы и методы исследования. В ходе работы использованы литературные и интернет-источники, фондовые и картографические материалы Управления Роснедвижимости, территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области, ООО «Белгородземпроект», материалы космической съемки Национального аэрокосмического агентства США (NASA), данные Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов (НИУ «БелГУ»).

В исследовании применяли следующие методы: анализа и синтеза, тематико-статистический, сравнительно-географический, классификации, картографический, геоинформационного моделирования, геофизический, метод балансов, аэрокосмический. Были задействованы программные продукты статистической обработки данных (MS Excel, STATISTICA), геоинформационные системы (ArcGIS, ERDAS Imagine).

Достоверность результатов обусловлена использованием большого объема информации и репрезентативности выборки, актуальных картографических материалов и данных дистанционного зондирования Земли, современных способов обработки и анализа данных.

Научная новизна. Проанализирована разнопорядковая организация долинной и овражно-балочной сети Белгородской области по данным радарного сканирования. Впервые проведена гидрографо-географическая типизация бассейнов рек Белгородской области в целях разработки приоритетных мероприятий при их почвоводоохранной организации территории. Разработаны методика организации бассейнового природопользования на примере Белгородской области, методика интегральной оценки природно-антропогенной энергии ландшафта.

Основные защищаемые положения.

1. Структурная организация долинной и овражно-балочной сети Белгородской области.

2. Гидрографо-географическая типизация бассейнов рек для оценки их природно-хозяйственного состояния и комплекс приоритетных мероприятий при адаптивном обустройстве агроландшафтов и смежных земель.

3. Методика территориальной организации земельного фонда на основе бассейновых и позиционно-динамических принципов.

4. Интегральная оценка природно-антропогенной энергии ландшафтных компонентов в бассейнах малых рек для определения эффективности использования ресурсного потенциала агроландшафтов.

Практическая значимость и применение результатов исследования. Разработанная гидрографо-географическая типизация предложена для обоснования областной программы бассейнового природопользования в Белгородской области (справка о внедрении). Результаты включены в концепцию регионального законопроекта о бассейновой организации природопользования.

Материалы диссертации вошли в отчеты по следующим проектам: гранту «Фундаментальные основы развития геоаналитических систем на базе научно-образовательного кластера «Геоинформатика и технологии дистанционного зондирования в естественных науках» (ГР №01200951916, ГР №01201151337); гранту «Разработка ресурсосберегающей системы управления агроландшафтами Европейской лесостепи России на основе данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационного моделирования» (ГР №01201057328), гранту «Геоинформационное обеспечение мониторинга природно-хозяйственных условий для разнопорядковых бассейновых ландшафтных структур» (ГР № 01201057335, руководитель А.Г. Нарожная); «Айдар-парк» (соглашение №70/11 от 01.07.2011 г. с Фондом содействия развитию инженерной, строительной и социальной инфраструктур Белгородской области и департаментом агропромышленного комплекса Белгородской области).

Результаты использованы в учебном процессе Белгородского государственного национального исследовательского университета по дисциплинам «Ландшафтное земледелие», «Проектирование эколого-ландшафтных систем земледелия», «Цифровые модели рельефа».

Апробация работы. Материалы диссертационной работы доложены автором на Международных научно-практических конференциях: «Регион: социально-географические аспекты» (Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, 2007, 2009, 2010); на российско-молдавском семинаре «Использование геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования для разработки структурно-функциональных принципов организации геоэкологического мониторинга земель в регионах интенсивного аграрного освоения» (Белгородский государственный университет, 2008); на Международном семинаре «Проблемы непрерывного географического образования и картографии» (Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, 2010); Международной научной конференции ИнтерКарто-ИнтерГИС-16 (Ростов-на-Дону, Зальцбург, 2010).

Публикации. По теме исследования опубликовано 16 научных работ, в т. ч. 4 – из перечня ВАК, получены два авторских свидетельства о регистрации баз данных.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 223 наименований, двух приложений. Основной текст диссертации изложен на 141 странице машинописного текста и содержит 15 таблиц и 15 рисунков.

ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Структурная организация долинной и овражно-балочной сети Белгородской области.

Долинную и овражно-балочную сеть можно представить системой тальвегов, которые, объединяясь, взаимодействуют друг с другом. Каждый из тальвегов может получить свой порядок согласно различным существующим кодировкам водотоков (А. Шайдеггер, Р. Шрив, Н.А. Ржаницын, А. Стралер, В.П. Философов и др.). При этом верхние порядки влияют на нижние, а нижние интегрируют явления, которые происходят в верхних порядках. Таким образом, кодирование порядков тальвегов позволяет выявить пространственную структуру долинной и овражно-балочной сети, что является основанием для выделения таксономических уровней бассейновой организации территории.

По данным радарного сканирования (оценочно М 1:155000) по системе Стралера-Философова определена структура долинной и овражно-балочной сети Белгородской области (рис. 1).



Рис. 1. Порядковая структура долинной и овражно-балочной сети Белгородской области

Установлено, что более половины длины всех эрозионных форм представлены формами 1-го порядка (табл. 1).

Таблица 1

Порядковый состав долинной и овражно-балочной сети Белгородской области

Порядок Показатель	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Количество, шт.	12248	2889	708	148	35	6	1	16034
Длина, км	11776,2	4976,2	3071,4	1619,4	767,8	410,1	107,1	22728,2

Автором установлено, что эрозионная сеть обладает самоподобием (фрактальными свойствами) при разномасштабных исследованиях, и с увеличением масштаба исследования повышается не только количество порядков эрозионной сети (Шмыков, 2001), но и густота эрозионного расчленения. Фрактальная размерность густоты эрозионной сети (D) для территории области равна $0,66 \pm 0,16$. Для корректного определения густоты эрозионной сети по разномасштабным картам используют формулу

$$L_1 = L_2 \cdot \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^{1-D}, \quad (1)$$

где L_1 – густота эрозионной сети на карте масштаба, который крупнее исходной карты; L_2 – густота эрозионной сети, вычисленная по исходной карте; M_1 – масштаб карты крупнее исходной; M_2 – масштаб исходной карты.

Любая эрозионная форма имеет свой бассейн стока поверхностных вод или водосбор. Количество тальвегов в бассейне определяет число опирающихся на них склонов. В силу этого можно считать, что организация тальвегов определяет организацию бассейнов (Симонов, Симонова, 2003).

Исходя из сложившейся структуры долинной и овражно-балочной сети для всей территории Белгородской области выделено 63 бассейна малых рек размером от 67 до 1517 км² 3–7 порядков, из них 50 полностью или частично, но более чем наполовину, расположены на территории области (рис. 2 и табл. 2).

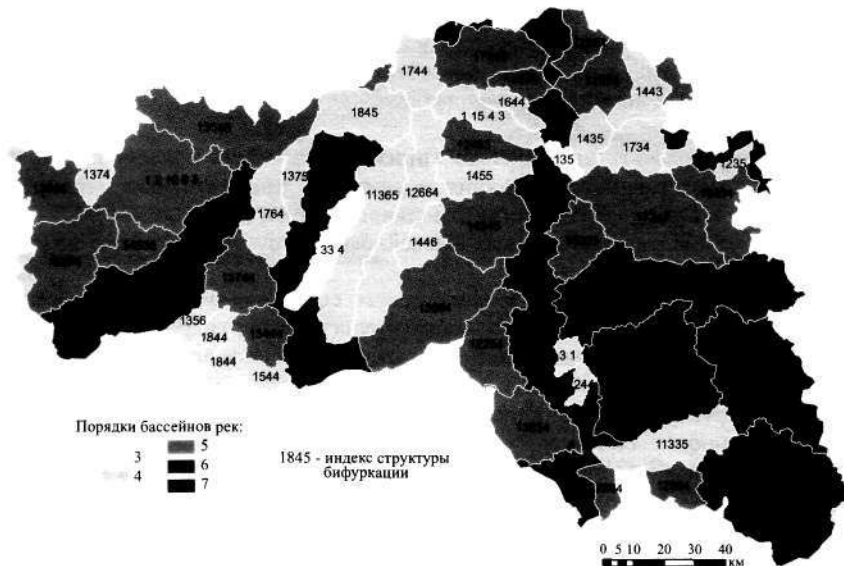


Рис. 2. Пространственная организация бассейновых структур

Распределение основных речных бассейнов в пределах
Белгородской области по площади и порядкам

Порядок	Площадь, км ²			Всего
	50-200	200-1000	1000-2000	
3	1	1	-	2
4	12	11	-	23
5	1	17	1	19
6	-	-	5	5
7	-	-	1	1
Всего	14	29	7	50

Отношение числа разнопорядковых русел в бассейне названо индексом структуры бифуркации (Симонов, Симонова, 2003). Анализ индекса структуры бифуркации речных бассейнов Белгородской области (рис. 2) показывает, что у большинства бассейнов на каждый водоток 2-го порядка приходится четыре водотока первого, что соответствует модальному (нормальному) бассейну. Но при этом нижние и средние звенья долины и овражно-балочной сети имеют очень разветвленную структуру, особенно в западной и центральной части области (рис. 1), где на каждый водоток 4-го порядка приходится до 4–8 (в восточной – 3–4) водотоков 3-го порядка. Такая структура, вероятно, способствует переносу большого количества наносов в приустьевую часть и, как следствие, заилению основного водотока. В восточной части области сильнее, чем в западной, развито верхнее звено порядков приводораздельной части бассейнов (на каждый водоток 2-го порядка приходится в среднем пять водотоков 1-го).

Учет сформированной эрозионной сети дает возможность объяснить характер современной активизации деградационных процессов, позволяет определить содержание комплекса природоохранных мероприятий.

2. Гидрографо-географическая типизация бассейнов рек для оценки их природно-хозяйственного состояния и комплекс приоритетных мероприятий при адаптивном обустройстве агроландшафтов и смежных земель.

Типизация разнопорядковых бассейновых структур основана на следующих принципах:

а) показатели эколого-гидрологического состояния должны комплексно отражать компоненты ландшафта: геоморфологические, гидроклиматические, почвенные, а также природоохранную и инженерную инфраструктуру;

б) количественную оценку показателей для каждой бассейновой ландшафтной структуры целесообразно основывать на аэрокосмическом методе, геоинформационном моделировании и обработке. Эти методы обеспечивают объективное определение параметров, позволяя сократить затраты времени и труда на анализ территории;

в) все компоненты должны быть подвержены глубокому сравнительному анализу, для которого необходимо применять разработанные методы статистического и геостатистического анализа;

г) выделяемые типы должны достоверно отличаться друг от друга, для чего необходимо использовать типологические методы, агломеративную про-

цедуру или ее аналог – модифицированную процедуру кластеризации с итеративной оптимизацией.

Так как гидрографо-географическая типизация главным образом направлена на решение почвоводоохранных задач, то выбраны группы целевых показателей, отражающие организационную структуру землепользования, гидрометеорологические, геоморфологические условия, фактическое состояние сельскохозяйственных угодий водосбора.

Основная территориальная особенность трех установленных типов бассейнов (рис. 3) – высокая степень предрасположенности к проявлению эрозионных процессов на фоне высокой распаханности и низкой лесистости, при этом качественная оценка показывает, что в основном состояние сельскохозяйственных угодий находится на среднем (для I и II типов) и высоком (для III типа) уровне (табл. 3).

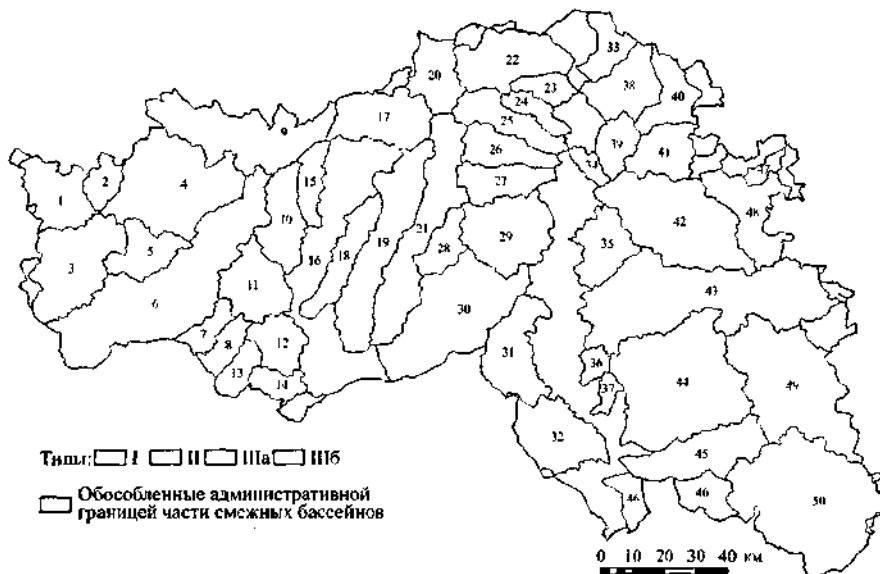


Рис. 3. Гидрографо-географическая типизация бассейнов рек Белгородской области:

1 – Илек; 2 – Бобрава; 3 – Ворсклица; 4 – Пена; 5 – Готья; 6 – Ворскла; 7 – Уды; 8 – Лопань; 9 – Псел; 10 – Липовый Донец; 11 – Везелка; 12 – Топлинка; 13 – Харьков; 14 – Липец; 15 – Сажновский Донец; 16 – Северский Донец; 17 – Донская Сеймица; 18 – Разумная; 19 – Корень; 20 – Сейм; 21 – Короча; 22 – Осколец; 23 – Чуфичка; 24 – Дубелка; 25 – Орлик; 26 – Ольшанка; 27 – Халаны; 28 – Нвица; 29 – Холок; 30 – Цежеголь; 31 – Волчья; 32 – Козинка; 33 – Убля; 34 – Окуновский Яр; 35 – Беленькая; 36 – Сазан; 37 – Верхний Моисей; 38 – Котел; 39 – Котла; 40 – Боровая Потудань; 41 – Грязная Потудань; 42 – Усердеи; 43 – Тихая Сосна; 44 – Валуй; 45 – Ураева; 46 – Уразова; 47 – Красный Колодезь; 48 – Камышенка; 49 – Черная Калитва; 50 – Айдар.

Эколого-хозяйственное состояние бассейнов различных типов ($\bar{x} \pm S_x$)

Показатель	Единица измерения	Типы			
		I	II	IIIa	IIIб
Лесистость	%	6,1±3,3	11,5±7,4	6,1±3,5	3,8±2,2
Распаханность	%	64,5±8,5	55,8±12,3	56,5±10,5	64,5±6,4
Доля населенных пунктов	%	7,6±1,2	9,2±3,3	10,8±3,7	8,0±4,1
Площадь прудов	%	0,4±0,3	0,4±0,3	0,8±0,6	0,4±0,2
Рельефная функция	без разм.	1,1±0,3	1,1±0,3	1,0±0,2	0,8±0,4
Интенсивность глубинной эрозии	без разм.	464,0±230,3	574,4±556,6	324,0±243,6	222,3±80,3
Энергопотенциал климата	МДж (м ² ·год)	1022±22	1075±38,7	1124±44	1028±1
Норма годового стока	мм	141±12	137±10,9	120±11,7	134±23
Эродированность почв сельхозугодий	%	43,2±7,1	38,6±10,7	39,9±8,4	33,0±18,4
Бонитет земель сельхозугодий	балл	72±2	72±5	75±4	77±6

Фактически же доля эродированных почв в пределах сельскохозяйственных угодий для различных типов бассейновых структур колеблется от 19 до 58 %, а для отдельных частей бассейна может превышать 70 %. Причем доля эродированных почв постоянно возрастает, что приводит к изъятию сельскохозяйственных земель из оборота. Для всех типов бассейнов характерна высокая доля застроенных территорий, с которыми связана дополнительная антропогенная нагрузка.

Площадь бассейнов I типа составляет 1765 км², в него входит 6 бассейнов, относящихся к водосборной площади р. Оскол. Характерной особенностью является наибольшая доля эродированных почв, что в основном обусловлено длинными и крутыми склонами, сравнительно высокими показателями интенсивности глубинной эрозии. При этом обеспеченность теплом и влагой относительно невысокая, а качество сельскохозяйственных угодий среднее, но в структуре угодий пашня занимает до 73 % площади.

Ко II типу относятся 23 бассейна общей площадью 9935 км². На рост эродированности почв оказывают влияние крутые и длинные склоны, высокие нормы стока, а также интенсивность глубинной эрозии. Бассейны этого типа, входящие в водосборную площадь р. Оскол (Холок, Убля, Котел), имеют разветвленную эрозионную сеть 2-го порядка, представленную преимущественно оврагами и балками, незначительное развитие эрозионных форм низких порядков. Для них характерны высокие значения интенсивности глубинной эрозии и относительно незначительные площади эродированных почв. В остальных бассейнах – нижние звенья эрозионной сети развиты сильнее верхних и больше эродированность почв сельскохозяйственных угодий. В целом данный тип по морфометрическим признакам можно

относит к эрозионно опасному, но следует отметить, что под лесной растительностью здесь занято 11,5 % площади бассейнов, что свидетельствует о предельной защищенности территории и отражается в средних значениях фактической эродированности почв.

Тип III объединяет 21 водосбор общей площадью 12616 км² и подразделяется на два подтипа. Подтип IIIa можно охарактеризовать как наиболее продуктивный по количеству тепла и влаги, хороший по качественному состоянию сельскохозяйственных угодий. В бассейнах 4–5-го порядка в структуре эрозионной сети преобладают временные и постоянные водотоки, а также крупные балки 3-го порядка, в большинстве которых оборудованы пруды, уменьшившие базис эрозии, а для водосборов 5-го порядка сократившие эрозионные формы 4-го порядка. Последнее может негативно отражаться на нижнем звене гидрографической сети и привести к его полной деградации, поскольку норма стока здесь несколько ниже, чем в других типах бассейнов. На фактическую эродированность почв заметное влияние оказывают длинные и крутые склоны.

Подтип IIIб отличается от IIIa более низкими показателями интенсивности глубокой эрозии и значениями рельефной функции, что коррелирует с высокими показателями качества сельскохозяйственных угодий (до 81 балла). При этом лесистость бассейнов этого подтипа минимальна, а распаханность одна из самых высоких.

Таким образом, земли в пределах I и II типов наиболее эрозионно опасные и требуют более эффективных почвоводоохранных мероприятий при их организации, дифференцированного использования склоновых земель, обособляемых лесными полосами с простейшими гидротехническими сооружениями в рабочие участки небольшой длины, на основе расчетов рельефной функции (рис. 4). Бассейны рек III типа более продуктивны и эрозионно устойчивы. При их обустройстве необходимо обратить внимание на повышение лесистости. Для борьбы с эрозионными процессами в этом типе достаточны организационно-хозяйственные и агротехнические мероприятия.

Разработанный комплекс мероприятий основан на применении бассейновой концепции. Центральным звеном (рис. 4) при почвоводоохранной организации территории бассейнов должна стать реорганизация структуры угодий, при которой необходимо во всех бассейнах сократить распаханность на 5–20 % (или использовать в структуре посевных площадей травопольные севообороты) и увеличить лесистость. Состав и расположение лесных насаждений на склоне зависит от структуры, долинной и овражно-балочной сети (от индекса структуры бифуркации) и эрозионной устойчивости выделенных типов. В бассейнах рек Илек, Бобрава, Псел, Уды, Сажновский Донец, Разумная, Корень, Ивица, Ольшанка, Халань, Убля, Котел, Окуненский Яр, Беленькая, Сазан, Ураева, Уразова, Красный Колодезь необходимо высаживать полезащитные и стокорегулирующие лесные полосы на водосборах активных форм (1–2 порядка).

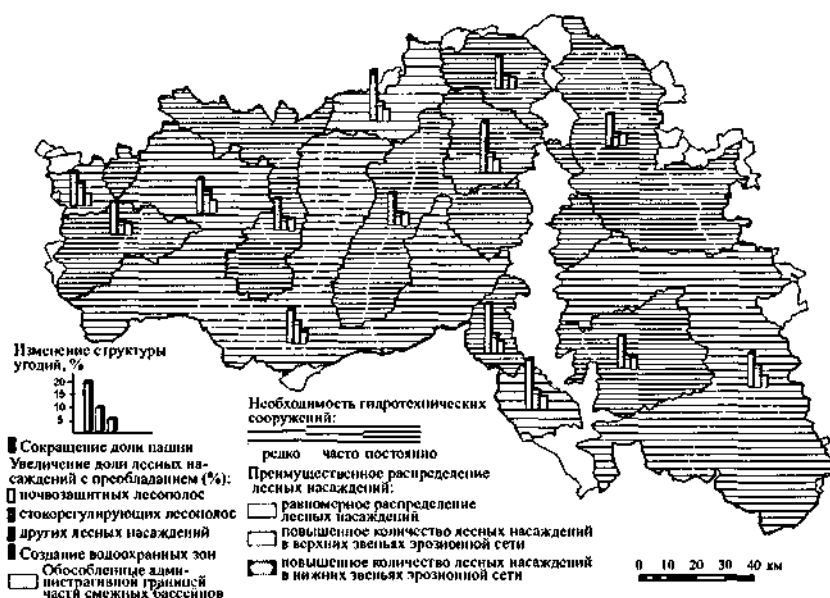


Рис. 4. Основные рекомендуемые мероприятия для рациональной бассейновой организации агроландшафтов

На водосборах рек Ворсклица, Пена, Ворскла, Везелка, Лопань, Харьков, Северский Донец, Донская Сеймица, Сейм, Осколск, Дубенка, Орлик, Козинка, Грязная Потудань, Усердец необходимо особое внимание уделять насаждениям в области зарождения речного стока, развитию прибрежных и водоохранных зон, рекреационных территорий, защитных биотопов и т. п. Все эти мероприятия способствуют увеличению подземного стока и уменьшению поверхностного.

Водохозяйственные, агротехнические и природоохранные мероприятия также должны войти в состав почвоводоохранного обустройства территории. Их проектирование опирается на крупномасштабные исследования качественных и количественных характеристик ландшафта. Для такого изучения автором выбраны бассейны III и II гидрографо-географических типов, так как эти типы занимают около 83 % территории Белгородской области. Исследовательскими полигонами стали бассейны рек Айдар (площадь в пределах области составляет 144029 га) и Ерик (площадь – 6593 га) 6-го и 3-го порядков соответственно. Выбранные бассейны являются характерными представителями своих типов. Размеры первого позволяют разработать комплексную организацию территории земельного фонда, разместив в его составе все необходимые элементы обустройства территории, а малая площадь второго даст возможность не только реорганизовать структуру угодий, но и на уровне ландшафтной дифференциации выполнить энергетическую оценку.

3. Методика территориальной организации земельного фонда на основе бассейновых и позиционно-динамических принципов.

Рационализация структуры землпользования напрямую связана с задачей, впервые поставленной В.В. Докучаевым в 1892 г., – поиску оптимального соотношения площадей основных типов угодий: пашни, лугов, лесов и водоемов. На современном этапе эту задачу необходимо решать не только с учетом экологических принципов, но и более широко, обеспечивая высокую экономическую, социальную и производительную устойчивость агроландшафта.

Предложенная методика территориальной организации земельного фонда основана на бассейновых и позиционно-динамических принципах, включает следующие этапы:

I. Сбор качественной и количественной информации о природном, социально-экономическом потенциале бассейна реки (формирование «Паспорта бассейна реки», включающего пояснительную записку и построение оценочных карт).

II. Реорганизация структуры угодий (учитываются экологические, экономические предпосылки и нормативно-правовая база).

II.1. Организация территории пашни на основе эколого-ландшафтных и позиционно-динамических принципов.

II.2. Проектирование лесных насаждений.

II.3. Проектирование водоохраных и санитарных зон.

II.4. Определение вида использования кормовых угодий.

II.5. Выявление территорий для развития рекреации и туризма.

II.6. Определение земель, пригодных для создания новых особо охраняемых природных территорий.

III. Расчет экологической эффективности проекта по индексам естественной защищенности и экологической стабильности (Кочуров, 1983, Агроэкологическая оценка..., 2005). При низких коэффициентах – проектирование дополнительных средостабилизирующих угодий.

IV. Расчет экономической эффективности организации территории.

Этапы I-III выполняют на основе разработанных принципов эколого-ландшафтного адаптивного землеустройства (Ландшафтно-земледелие..., 1993, Лопырев, 1999, Агроэкологическая типизация..., 2005) и нормативно-правовой базы, используя геоинформационные технологии. Приемы и способы использования геоинформационных систем представлены в диссертации.

Бассейновая организация природопользования реализована в проекте, разработанном в 2011 г. для бассейна реки Айдар (рис. 5). Эта река, являющаяся левым притоком Северского Донца, протекает в Белгородской области России и Луганской области Украины. Протяженность Айдара – 264 км, верховье полностью находится в пределах Белгородской области. Общая длина речной сети (Айдар и его притоки) в пределах российской части водосбора достигает 198 км, причем за 230 лет она сократилась на 43 %. Общая площадь бассейна составляет 7420 км², на территорию Белгородской области приходится 19,4 % площади водосбора.

В современной структуре угодий бассейна р. Айдар на пашню приходится 65,5 %, на природные кормовые угодья – 20,9 %, на леса – 3,5 %, под водой – 0,8 %, под застройкой – 9,3 %. Рельефная функция равна 1,1, энергипотенциал

климата – 1135 МДж/(м²·год), бошнет земель сельскохозяйственных угодий – 79 баллов. Таким образом, по совокупности природно-хозяйственных условий бассейна реки относится к III типу (подтип IIIa).

Проектными решениями обоснована организация рационального использования агроландшафтов бассейна реки. Привлечение денежных средств для внедрения проекта будет осуществляться за счет действующих областных целевых программ и проектов (биологизация пашни, минимальные обработки, травосеяние, консервация земель, сплошное облесение неудобий, повышение медопродуктивности угодий, развитие туризма и рекреации и др.).

Особенно важно при почвоводоохранной организации так обустроить пашню, чтобы создать условия для аварийного сброса излишков поверхностного стока и перевода его части во внутрипочвенный, предотвращая эрозионные потери почвы. Для этого, используя положение тальвегов флювиальной сети, выделяемых по цифровым моделям рельефа с использованием геоинформационных систем, проектируют залуженные водосборы. На территории бассейна р. Айдар они составляют 0,4 % пашни. Так же в перераспределении стока важным звеном является высеив многолетних трав, которые в структуре посевных площадей займут 32388 га (34 %). Наиболее нарушенные участки пашни (115 га), расположенные на сильноэродированных почвах, с развитой микрорельефностью, с выходами коренных пород, низкопродуктивные или подвергшиеся загрязнению должны быть отведены под консервацию земель. С помощью проекта будут достигнуты и некоторые другие целевые показатели и индикаторы: площади посевов сидеральных культур составят 12270 га, медоносных культур – 6096 га, площадь посадки лесных культур – 6213 га, в том числе медоносов – 1863 га, лесистость бассейна увеличится до 10,8 %.

Проектом предусмотрено сокращение площади дестабилизирующих угодий с 102812 до 87261 га, т. е. на 15 %, а также увеличение площади земель экологического фонда на 38 %. Таким образом, общий коэффициент экологической стабильности бассейна р. Айдар повысится с 0,21 (оценка – экологически нестабильная) до 0,37 (оценка – неустойчиво стабильная), а коэффициент естественной защищенности территории – с 0,28 (критическое значение) до 0,56 (относительно благоприятное). Увеличение прибыли за счет развития новых отраслей составит 222,4 млн руб. в год, сохранение существующих и создание новых рабочих мест – 250. Среднегодовой выпуск основной продукции сельского в бассейне р. Айдар составит 3391,8 млн руб. в год, т. е. 23,5 тыс. руб. на 1 га площади бассейна, а вместе с дополнительным экономическим эффектом от внедрения бассейнового природопользования (развития новых отраслей, экономии денежных средств и др.) – около 28,0 тыс. руб./га в год.

Как правило, территория бассейна представлена несколькими землепользованиями и землевладениями, но существующие общекосейные проблемы природопользования, наиболее эффективно можно решить именно при бассейновой организации системы управления. Чтобы достичь договоренности о доступности ресурсов, можно применить такой инструмент, как бассейновые соглашения. Они практикуются в межгосударственных отношениях на трансграничных реках. На внутриобластном уровне наиболее реалистичен так называемый бассейново-административный подход в природопользовании (Корытский, 2001, Спесивый, 2009).

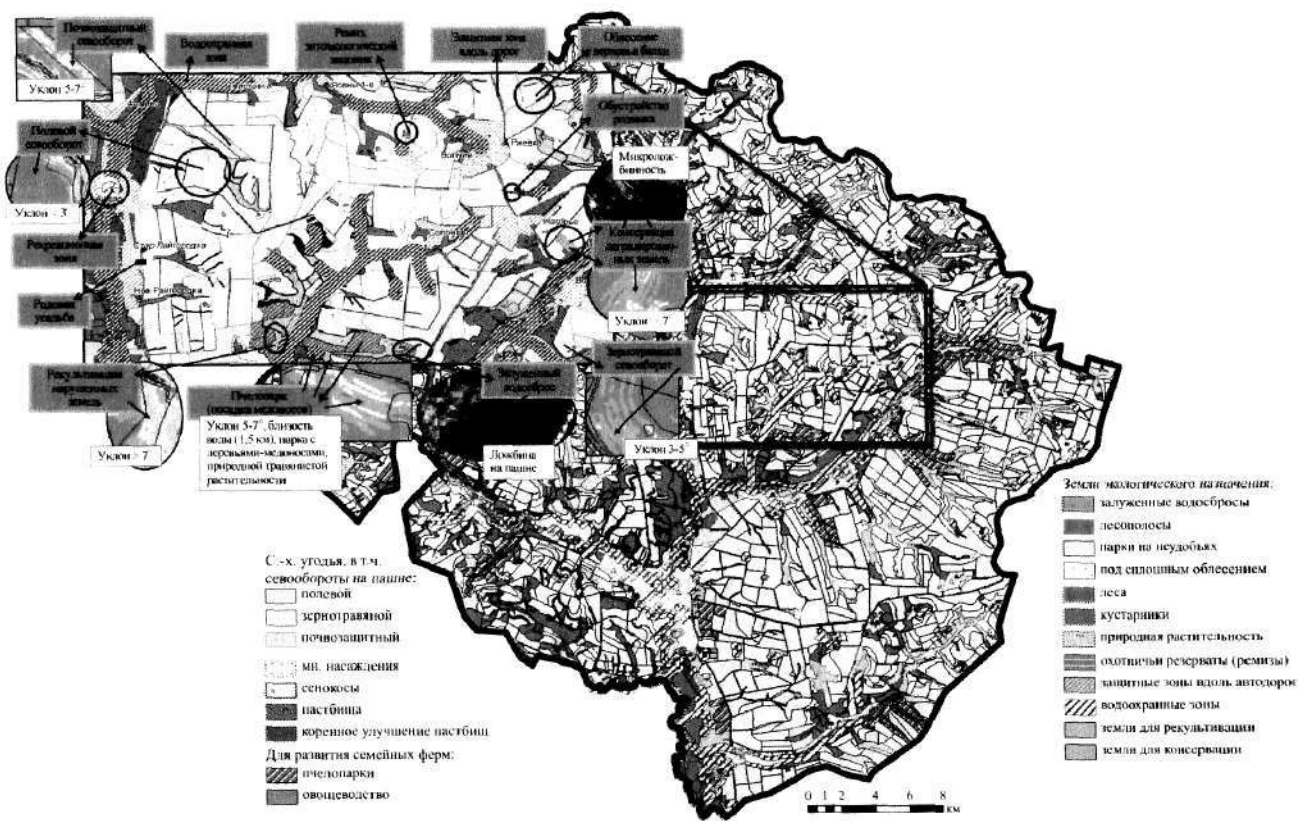


Рис. 5. Проект почво-водоохранного обустройства бассейна реки Айдар (в границах Белгородской области)

4. Интегральная оценка природно-антропогенной энергии ландшафтных компонентов в бассейнах малых рек для определения эффективности использования ресурсного потенциала агроландшафтов.

Трансформация и замена природной растительности агрофитоценозами наиболее эффективна при условии использования и воспроизводства природного потенциала данной территории. При этом все, что делает человек, возделывая сельскохозяйственные культуры, связано с затратами энергии, которую он объединяет с природной. Поэтому при оценке агроландшафта необходимо использовать энергетический подход, оценивать не только отдельные компоненты природной среды или антропогенные факторы, а проводить комплексный анализ, основы которого применительно к агроландшафтам заложены В.М. Володиным (1986), и новые возможности для развития которого открывает геонформационное моделирование. При использовании такого подхода могут быть не только полно охарактеризованы, но и легко сравнимы различные процессы в природных и антропогенных системах в одинаковых единицах измерения энергии.

С учетом исследований Н.Л. Беручашвили (1986, 1990), С. Rasmussen (2005) и J.D. Phillips (2009) предложено оценивать энергию природной подсистемы агроландшафта (P), используя выражение

$$P = R_c + G + E + B + Q_o - E_p + O \pm W, \quad (2)$$

где R_c – баланс солнечной радиации на склоне; G – энергия кристаллической решетки для минералов почвообразующей породы и почвы; E – гравитационная энергия рельефа; B – энергия, заключенная в биомассе; Q_o – энергия, заключенная в органическом веществе почвы (включая негумифицированное вещество); E_p – энергия испаряемости и транспирации; O – энергия, заключенная в атмосферных осадках; W – энергия эрозионно-аккумулятивных процессов (плоскостной смыв и аккумуляция наносов, потеря органического вещества). Расчет показателей выражения основан на работах А.И. Спиридонова (1952), К.Я. Кондратьева (1956), А.В. Швебе (1960, 1965), Б.Г. Розанова (1973), С.И. Харченко (1975), А.М. Алятьева (1983), ГОСТ 17.4.4.03-86, Н.П. Масютенко (2004), Ф.Н. Лисецкого, А.Г. Нарожной (2011).

Для расчета эффективности использования суммарной природной энергии агроландшафтами (P') предложено использовать период ротации полевое севооборота (t):

$$P' = t \cdot (R_c + B + Q_o - E_p + O \pm W). \quad (3)$$

Для оценки энергии антропогенной подсистемы (A) используют выражение (Методика биоэнергетической оценки..., 1989, Булаткин, Ларионов, 1992, Методология..., 2007)

$$A = Q_{mp} + Q_m + Q_c + Q_y + U_n - U_o, \quad (4)$$

где Q_{mp} – затраты совокупной энергии, вложенные трудовыми ресурсами; Q_m – затраты совокупной энергии, переносимые механизированными средствами производства; Q_c – затраты совокупной энергии семян; Q_y – затраты совокупной энергии удобрений, ядохимикатов и мелиорантов; U_n – содержание энергии в побочной части урожая сельскохозяйственной культуры; U_o – содержание энергии в хозяйственно-ценной части урожая сельскохозяйственной культуры.

Для сбора данных об энергии природных и антропогенных компонентов агроландшафта автором разработана база данных (Оценка энергопотенциала..., 2011).

Для бассейна р. Ерик, входящего в состав II гидрографо-географического типа, были собраны необходимые данные для интегральной энергетической оценки. Был проведен анализ при современной организации агроландшафта, обустроенного по методике территориальной организации земельного фонда, на основе бассейновых и позиционно-динамических принципов.

При фактическом соотношении угодий в среднем по бассейну суммарная энергия природных компонентов агроландшафта равна $420 \cdot 10^{18}$ Дж/га (рис. 6).

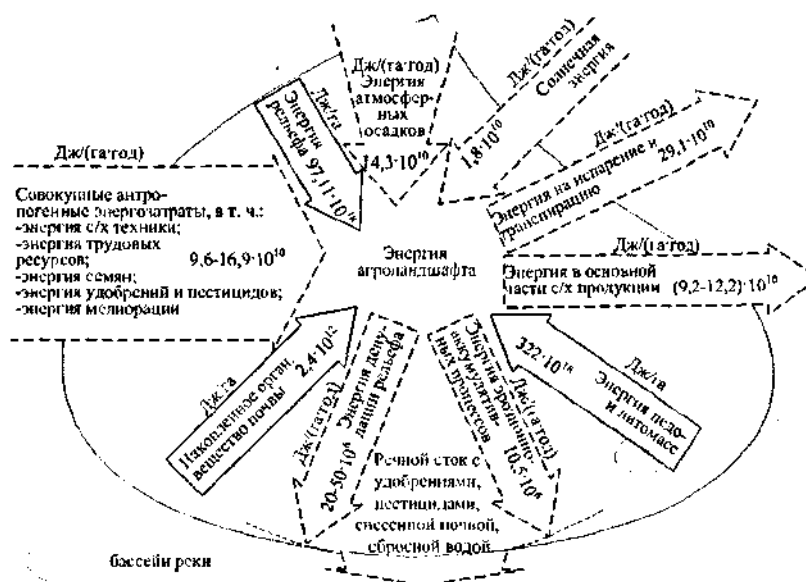


Рис. 6. Упрощенная схема энергообмена агроландшафта бассейна реки

Более $419 \cdot 10^{18}$ Дж/га (99,8 %) приходится на энергию рельефа и кристаллической решетки педо-, литомасс. Эти виды энергии участвуют во многих физических и биологических процессах и должны быть использованы для оценки возможностей почвообразования или в оценке геоморфологических процессов в эволюции ландшафта для длительных интервалов времени, но при их использовании не отражается неоднородность агроландшафта по другим энергетическим характеристикам. А так как естественная фитомасса накапливает энергию дольше, чем сельскохозяйственные культуры, то предложено проводить оценку за промежуток времени, равный ротации полевого севооборота (рис. 7).

Соотношение полученной продукции к антропогенным затратам показывает эффективность использования антропогенной энергии. В среднем при интенсивной технологии возделывания культур для разных типов севооборо-

тов это отношение равно 4–6. При оценке же и природной составляющей это отношение уменьшается (табл. 4). Но именно такая оценка позволяет оценить реальную эффективность использования ресурсного потенциала ландшафта.

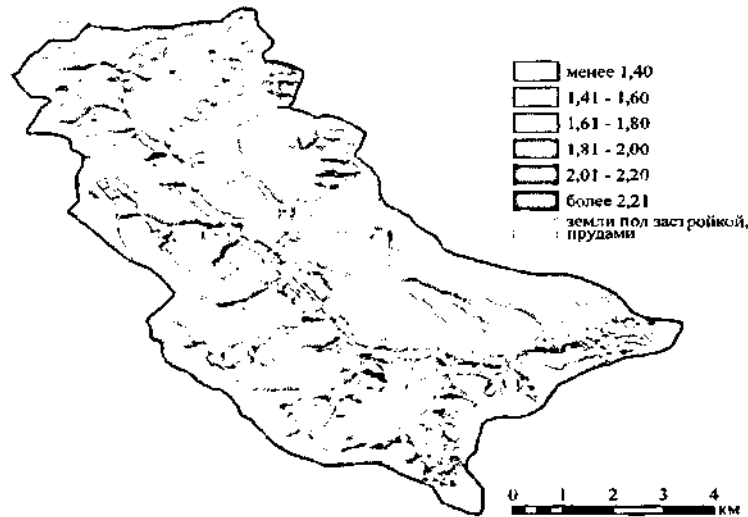


Рис. 7. Суммарная энергия природных компонентов агроландшафтов и смежных земель бассейна р. Ерик за 8 лет ($P^* \cdot 10^{13}$ Дж/га)

Таблица 4

Биоэнергетическая эффективность использования энергии различными видами угодий

Угодье	Биоэнергетическая эффективность	
	продукция/(P+A), нано единиц	продукция/(P*+A), единиц
Пашня, в т.ч. севооборот:		
полевой	0,281	0,057
кормовой	0,213	0,042
почвозащитный	0,220	0,050
Кормовые угодья	1,169	0,022
Под лесами и древесной растительностью	21,611	1,007

Биоэнергетическая эффективность использования природных и антропогенных ресурсов всех севооборотов достоверно не различается ($НСР_{95} = 0,02$). Кормовые угодья имеют сравнимую с пашней продуктивность, но, чаще располагаясь в нижних частях рельефа (наименьший энергопотенциал) и при отсутствии антропогенных вложений, имеют более высокий уровень эффективности.

Установлено, что при экологически устойчивом состоянии ландшафта в структуре угодий бассейна р. Ерик суммарная энергия природных компонентов бассейна (P^*) должна быть не менее $14,87 \cdot 10^{15}$ Дж, а на сегодняшний день она на $0,12 \cdot 10^{15}$ Дж меньше.

Интегральная оценка природно-антропогенной энергии позволяет рассматривать бассейн реки как синтез компонентов ландшафта, элементарных процессов функционирования и антропогенных затрат на использование агроландшафта. Это позволяет оценивать эффективность использования природно-антропогенной энергии различными видами растительности, что, в свою очередь, необходимо для выявления наиболее продуктивных территорий и определения комплекса мероприятий для создания экологически-устойчивого ландшафта.

Полученные в ходе исследования результаты позволили сформулировать следующие основные выводы.

1. Используя данные радарного сканирования (оценочно М 1:155000), установлено, что долинная и овражно-балочная сеть Белгородской области представлена 16034 разнопорядковыми эрозионными формами общей длиной 22728 км, большая часть (76 % от общего количества и 52 % от общей длины) из которых относится к первому порядку. В западной и центральной лесостепной части области нижние и средние звенья долинной и овражно-балочной сети имеют очень разветвленную структуру. В восточной (степной) части области сильнее, чем в западной, развито верхнее звено флювиальной сети в приводораздельной части бассейнов.

2. Эрозионная сеть по отношению к масштабу исследования обладает самоподобием. Фрактальная размерность густоты эрозионного расчленения на разномасштабных картах – $0,66 \pm 0,16$.

3. В результате проведенной гидрографо-географической типизации (с использованием модифицированной процедуры кластеризации) выявлены бассейны, однородные в отношении природных и хозяйственных условий. С учетом десяти гидрографо-географических характеристик и индекса структуры бифуркации для каждого генетического типа бассейнов предложены комплексы приоритетных мероприятий, которые могут обеспечить адаптивное обустройство агроландшафтов и смежных земель.

4. Разработанная методика территориальной организации земельного фонда позволила провести реорганизацию угодий бассейна малой реки (дано перспективное соотношение угодий, которое может быть использовано для бассейнов такого же гидрографо-географического типа). При этом учтены экологические принципы, соблюдены требования нормативно-правовой базы, в т. ч. региональной, а внедрение проекта позволит повысить экологическую и экономическую эффективность при хозяйственном использовании территории.

5. На основе предложенного способа интегральной оценки природно-антропогенной энергии установлено, что суммарная энергия природных компонентов в среднем за 8 лет (срок ротации полевых севооборотов) составляет в среднем для территории бассейна – $4,2 \cdot 10^{20}$ Дж/(га·год). При этом на производство 1 Дж естественной растительности необходимо 46 МДж/год природной энергии (P), тогда как для выращивания 1 Дж сельскохозяйственной фитомассы – до 533 МДж/год природно-антропогенной энергии. Анализ суммарной энергии ($P+A$) показывает, что степень использования энергии лесными насаждениями более чем в 200 раз превосходит сельскохозяйственные культуры на пашне.

6. Для устойчивого функционирования агроландшафтов в лесостепной зоне природная суммарная энергия (P^*) должна составлять не менее 18 ТДж/га, а вкладываемая антропогенная энергия не должна превышать этого норматива.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Нарожняя, А.Г. Эколого-ландшафтные аспекты почвоводоохранного обустройства бассейнов малых рек / А.Г. Нарожняя, М.А. Польшина, И.С. Кухарук // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2009. – № 2. – С. 97-104.

2. Печетова, Ю.В. Изучение овражно-балочной сети Белгородской области с применением ГИС-технологий / Ю.В. Печетова, А.Г. Нарожняя // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2010. – № 11. – С. 96-100.

3. Нарожняя, А.Г. Прогноз скорости и характера развития эрозионной сети под воздействием природных и антропогенных факторов в бассейнах рек Среднерусской возвышенности / А.Г. Нарожняя, Я.В. Кузьменко // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 2. – С. 6-10.

4. Лисецкий, Ф.Н. Энергетические и экологические оценки геосистем / Ф.Н. Лисецкий, А.Г. Нарожняя // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 2. – С. 100-105.*

5. Лисецкий, Ф.Н. Противоэрозионная и агроэкологическая эффективность адаптивно-ландшафтной системы земледелия / Ф.Н. Лисецкий, Л.В. Марциневская, Л.Г. Смирнова, О.А. Чепелев, А.Г. Шайдунова // Инновационно-технологические основы развития земледелия. – Курск: ВНИИЗ и ЗПЭ, 2006. – С. 484-489.

6. Лисецкий, Ф.Н. Оценка структурного состояния почв в условиях эколого-ландшафтной системы земледелия / Ф.Н. Лисецкий, Л.Г. Смирнова, А.Г. Шайдунова // Starea actuală, problemele utilizării și protejării solurilor; Societatea Națională a Moldovei de Știința Solului; Paginare: Editura Phoenix. – Chișinău, Moldova, 2006. – С. 115-117.

7. Батишева, О.Т. Структурообразующие элементы ландшафтно-экологических систем земледелия / О.Т. Батишева, С.В. Кравцов, Я.В. Кузьменко, А.Г. Шайдунова // Проблемы экологии в современном мире: сб. докл. IV Всероссийской интернет-конференции. – Тамбов, 2007. – С. 157-160.

8. Lisetskii, F.N. Regulation of soil erosion intensity in conditions of contour agriculture / F.N. Lisetskii, L.G. Smirnova, O.A. Chepelev, A.G. Shaydurova // Proceedings of the 10th International Symposium on River Sedimentation. Moscow, Russia. Volume VI. – Moscow, 2007. – P. 185-191.

9. Нарожняя, А.Г. Речные бассейны Белгородской области и их типизация по эколого-ландшафтным условиям с использованием ГИС-технологий / А.Г. Нарожняя, Я.В. Кузьменко // Эколого-географические исследования в речных бассейнах: материалы третьей Международной научно-практической конференции. – Воронеж: ВГПУ, 2009. – С. 88-92.

10. Нарожняя, А.Г. Расчет модуля водно-эрозионных потерь почв средствами ГИС по разномасштабным топографическим картам / А.Г. Нарожняя // XXIV пленарное совещание межвузовского научно-координационного совета по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2009. – С. 157-159.

11. Нарожняя, А.Г. Использование геоинформационных технологий при типизации бассейновых структур / А.Г. Нарожняя, С.Ю. Карпенская // Интер-Карто-ИнтерГИС – 16. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: материалы Международной научной конференции. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. – С. 550-553.

12. Нарожняя, А.Г. Изучение пространственной организации водосборных бассейнов средствами ГИС / А.Г. Нарожняя, О.М. Мозговая // Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Регион-2010: общественно-географические аспекты». – ИРО Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. – Харьков, 2010. – С. 295-298.

13. Лисецкий, Ф.Н. Изучение развития линейных эрозионных форм в агроландшафтах путем совместного применения ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования / Ф.Н. Лисецкий, Я.В. Кузьменко, А.Г. Нарожняя // Двадцать пятое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: доклады и краткие сообщения. – Астрахань, 2010. – С. 175-177.

14. Лисецкий Ф. П. Районирование территории Центрально-Черноземного региона по распределению энергopotенциала почвообразования / Ф.Н. Лисецкий, О.А. Чепелев, А.Г. Нарожняя // Материалы IV Международной научной конференции «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. – Белгород, 2010. – С. 294-295.

15. Смирнова, Л.Г. Практикум по ландшафтному земледелию / Л.Г. Смирнова, А.Г. Нарожняя, Н.С. Кухарук, П.А. Украинский. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2009. – 63 с.

16. Смирнова, Л.Г. Агроэкологическая оценка земель с использованием ГИС-технологий / Л.Г. Смирнова, А.Н. Воропин, А.Г. Нарожняя. – Белгород: Изд-во Отчий край, 2010. – 60 с.

**Статьи опубликованы в изданиях, включенных в перечень ВАК России*

Получены следующие охранные документы на объекты интеллектуальной собственности:

1. Информационное обеспечение задач проектирования экологически сбалансированных агроландшафтов / Правообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный университет», авторы: Ф.Н. Лисецкий, А.Г. Нарожняя, В.И. Соловьев. – Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2008620153, зарегистрировано в Реестре баз данных 17.07.2008 г.

2. Оценка энергopotенциала агроландшафта / Правообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный университет», авторы: Ф.Н. Лисецкий, А.Г. Нарожняя, А.И. Машарова. – Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2011620307, зарегистрировано в Реестре баз данных 25.04.2011 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ**ВВЕДЕНИЕ****Глава 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ АДАПТИВНОМ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ АГРОЛАНДШАФТОВ**

- 1.1. Воздействие человека на окружающую среду
- 1.2. Основные направления оптимизации природной среды
- 1.3. Бассейновая концепция в землеустройстве
- 1.4. Энергетическая оценка геосистем
- 1.5. Районирование и типизация территории по эколого-хозяйственным характеристикам
- 1.6. Использование геоинформационных систем при обустройстве агроландшафтов

Глава 2 МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- 2.1. Программное обеспечение исследования
- 2.2. Методика создания цифровых картографических основ и тематических карт
- 2.2.1 Методика проведения типизации бассейнов малых рек
- 2.3. Характеристика территории исследования

Глава 3 ИЗУЧЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНОВ РЕК БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

- 3.1. Структуризация эрозионной сети и речных бассейнов
- 3.2. Обоснование природных и хозяйственных критериев для гидрографо-географической типизации бассейнов рек
- 3.3. Результаты гидрографо-географической типизации бассейнов рек Белгородской области
- 3.4. Рекомендации по оптимизации антропогенной деятельности в бассейнах рек
- 3.5. Методический подход при почвоводоохранной организации бассейнов рек

Глава 4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АГРОЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА МАЛОЙ РЕКИ

- 4.1. Энергетический подход к оценке агроландшафтов
- 4.2. Результаты оценки природного энергепотенциала территории
- 4.3. Результаты оценки антропогенных затрат на возделывание сельскохозяйственных культур и ее биоэнергетическая эффективность

ЗАКЛЮЧЕНИЕ**ЛИТЕРАТУРА****ПРИЛОЖЕНИЯ**

Подписано в печать 21.09.2011. Times New Roman.
Формат 60x84/16. Усл. п. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 186.
Оригинал-макет подготовлен и тиражирован в ИПК ИИУ «БелГУ»
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

99-96507

2016
18287