

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОГО ОБУСТРОЙСТВА ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И КОСМОСНИМКОВ

А.С. Рулев, зам. дир. ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», академик РАН, д-р с.-х. наук, rulev54@rambler.ru
В.Г. Юфереv, гл. науч. сотр. ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», vyuferev1@rambler.ru
А.М. Пугачева, уч. секр. ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», канд. с.-х. наук, nir-1@mail.ru

Представленная в работе инновационная разработка включает все направления адаптивно-ландшафтного обустройства территории: соотношение земельных угодий и севооборотов, противоэрозионную организацию территории, лесомелиоративное обустройство, агротехнические и лесохозяйственные уходы, гидротехнические приемы. На основе разработанной, наложением различных информационных слоев, агроландшафтной карты Волгоградской области, проводится выделение категорий земель с различными почвенно-экологическими условиями. При этом используются гипсометрические карты, карты экспозиции склонов и углов наклонов, карты сохранности ЗЛН и лесопригодности почв с определением плановых объемов полезащитных, стокорегулирующих, прибалочных, приовражных лесополос, учитывая при этом весь комплекс агротехнологических приемов. Для повышения мелиоративной эффективности существующих ЗЛН разрабатывается система лесоводственных уходов. Применение гис-технологий в адаптивном лесомелиоративном обустройстве земель сельскохозяйственного назначения позволяет автоматизировать отдельные технологические операции при составлении картографических материалов. Это повышает достоверность прогноза динамики экологической обстановки в агроландшафтах, эффективность планируемых мероприятий по регулированию и управлению хозяйственным использованием земель.

Ключевые слова: деградированные ландшафты, лесомелиоративное обустройство, защитные лесные насаждения (ЗЛН), гис-технологии, космоснимки, картографические материалы.

THE INNOVATIVE TECHNOLOGY OF FOREST AMELIORATIVE ARRANGEMENT OF DEGRADED LANDSCAPES ON THE BASIS OF GIS-TECHNOLOGIES AND SPACE IMAGING

A.S. Rulev, Deputy Director, Federal State Budget Scientific Institution «Federal scientific center for agro-ecology, integrated land reclamation and protective afforestation», RAS, Academician of RAS, Ph.D. of Agricultural Sciences, rulev54@rambler.ru
V.G. Yuferev, Chief Researcher, Federal State Budget Scientific Institution «Federal scientific center for agro-ecology, integrated land reclamation and protective afforestation», RAS, vyuferev1@rambler.ru
A.M. Pugacheva, Scientific Secretary, Federal State Budget Scientific Institution «Federal scientific center for agro-ecology, integrated land reclamation and protective afforestation», RAS, Doctor of Agricultural Sciences, nir-1@mail.ru

The paper considers the innovative research works in all the directions of adaptive landscape arrangement of the territory: correlation of lands and crop rotations, arrangement of the territory for effective erosion control, forest ameliorative arrangement of the territory, agrotechnical and

forestry management, hydrotechnical measures. The lands categories with different soil ecological conditions are identified on the basis of the agrolandscape map of the Volgograd region that had been developed by the superposition of different information layers. The land areas for growing of field windbreaks, flow-regulative, ravine and gully shelterbelts are organized with the consideration of the whole complex of agrotechnical measures, with the use of hypsographical maps, maps of slopes exposition and inclination, maps of safety of protective forestations (ZLN) and those of lands suitability for forest growing. The system of forest management is developed to increase the ameliorative efficiency of the existing ZLN. The use of the technologies of geographic information systems (GIS) for adaptive forest ameliorative arrangement of agricultural lands allows the automatization of definite technological operations when development of cartography materials. It results in increase of the reliability of the prognosis of the environmental dynamics in agrolandscapes and higher effectiveness of the measures for the regulation and management of lands.

Keywords: degraded landscapes, forest ameliorative arrangement, protective forestations, GIS-technologies, space images, cartography materials.

Под ландшафтным планированием понимается, прежде всего, совокупность методических инструментов, используемых для построения такой пространственной организации деятельности общества в конкретных ландшафтах, которое обеспечивало бы рациональное природопользование и сохранение основных функций этих ландшафтов [2, 10]. Однако планирование мероприятий по оптимизации земель агроландшафтов предполагает учет особенностей их пространственной структуры, которыми определяются латеральные связи между их морфологическими частями. Пространственную структуру агроландшафтов целесообразно рассматривать с точки зрения ландшафтно-географического подхода, в основе которого лежат два положения: во-первых, ландшафт и его структурно-геоморфологические составляющие в географическом пространстве имеют общие и четкие границы, поэтому в первую очередь необходимо учитывать геоморфологические особенности ландшафта и, во-вторых, природоохранное и мелиоративное обустройство территории должно учитывать катенарную дифференциацию ландшафтов, наиболее ярким выражением которой является ярусность рельефа [9, 11, 12, 17].

Для реализации вышеуказанных положений разработана инновационная технология лесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных деградированных ландшафтов в лесостепной, степной и полупустынных зонах ЕЧ РФ на основе гис-технологий и аэрокосмического картографирования в рамках катенарно-бассейнового подхода. Объектами исследований являлись сельскохозяйственные земли в лесостепной, степной и полупустынных зонах ЕЧ РФ. Практическая реализация технологии осуществлена при картографировании и планировании агролесомелиоративных мероприятий в пригородных агроландшафтах г. Волгограда, на землях Клетского, Урюпинского, Нехаевского, Кумылженского районов Волгоградской области, Тимашевского района Краснодарского края и Харабалинского района Астраханской области [1, 13, 15, 16].

Новизна исследований заключается в том, что впервые в отечественной практике предложена технология геоинформационного ландшафтного картографирования и планирования лесомелиоративного обустройства ландшафтов, основанная на синтезе принципов катенарно-бассейнового подхода, методов пластики рельефа, морфодинамического анализа и картографо-аэрокосмического мониторинга. Новизна технологии подтверждена патентами: «Способ определения состояния защитных лесных насаждений» (патент РФ на изобретение № 2330242); «Способ определения состояния почв в агроландшафтах» (патент РФ на изобретение № 2265839); «Способ определения состояния пастбищ» (патент РФ на изобретение № 2327107) [6, 7].

Методика работ предполагает использование катенарно-бассейнового подхода и базируется на разработанных в ФНЦ агроэкологии РАН пятиэтапной методике ландшафтно-экологического картографирования в агролесомелиорации (1991), методике многопараметриче-

ского компьютерного анализа аэрокосмоснимков (2003), методике ландшафтно-экологического профилирования (2007), методике дистанционного эколого-экономического мониторинга аридных пастбищ (2009) и новой методике по адаптивно-агроландшафтному обустройству земель сельскохозяйственного назначения лесостепной, степной и полупустынной зон европейской части Российской Федерации [3, 4, 8, 14].

При разработке технологии применялись следующие программные комплексы:

- для дешифрирования космоснимков – цифровая фотограмметрическая станция (ЦФС) Талка 3.3 и программный комплекс ENVI 3.4;
- для построения цифровой модели рельефа (ЦМР) и ландшафтных профилей – Global Mapper 12.0, OZExplorer, Талка 3.3;
- для геоинформационного картографирования – MapInfo 9.5;
- для полевых работ – GPS-приемники.

Технология ландшафтного планирования адаптивного лесомелиоративного обустройства земель на основе катенарно-бассейнового подхода предполагает последовательность выполнения нескольких этапов (рис. 1).



Рис. 1. Структурная модель картографо-геоинформационного обеспечения ландшафтного планирования в координатной агролесомелиорации

На первом этапе – инвентаризационном – проводится сбор всей имеющейся информации об объекте обустройства: картографические материалы, аэро- и космоснимки, литературные и статистические данные, материалы прошлой инвентаризации (планы лесонасаждений, планшеты), планы внутрихозяйственного землеустройства и т.д.

Осуществляется предварительное дешифрирование аэро- и космоснимков визуальными и автоматизированными методами. В первую очередь устанавливаются границы района проведения исследований, и проводится контурное дешифрирование природных и хозяйственных объектов (ЗЛН, естественной растительности, транспортной инфраструктуры и т. д.). На основе ГИС-информации по данным радарного обследования поверхности создается база высотных отметок для цифровой модели рельефа (ЦМР). Полевые исследования проводятся по заранее разработанной программе с четко установленными целями и задачами, при этом осуществляется ландшафтно-экологическое профилирование на ключевых участках.

Заложение системы меридиональных и широтных профилей на местности позволяет на втором этапе построить модельную сетку с уточненными отметками высот, соответствующим узлам сетки для создания ЦМР. На рис. 2 представлена комбинированная карта тестового полигона «Безымянка», Михайловского района Волгоградской области с нанесенной модельной сеткой. Такая модель используется для моделирования и прогнозирования деградационных процессов на водосборах и при ландшафтном планировании агролесомелиоративных мероприятий.

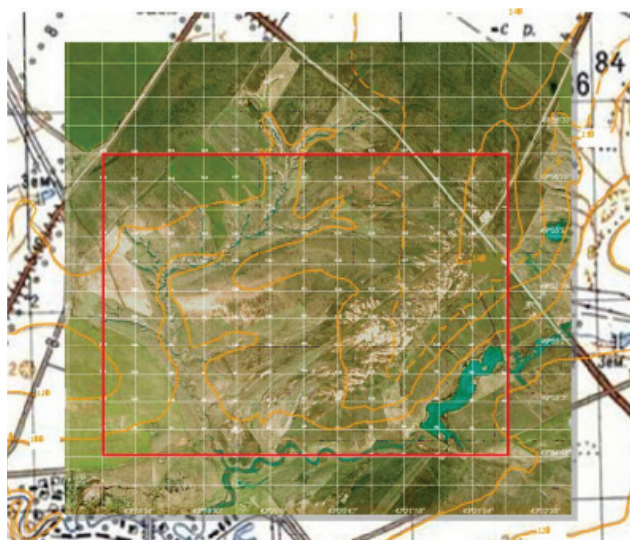


Рис. 2. Комбинированная карта тестового полигона «Безымянка», Михайловского района Волгоградской области

По ЦМР составляются ландшафтная и производные оценочные карты. ЦМР строится по данным базы высотных отметок и регулярной ячеисто-узловой модели отметок высот, нанесенной на космокарту. Построение трехмерной цифровой модели рельефа по координатам и отметкам высот производится в специализированном графическом редакторе, позволяющем преобразовать цифровые значения в трехмерное изображение (рис. 3).

Составление ландшафтной карты начинается с выявления принципиальных структур рельефа по созданной ранее ЦМР и космоснимкам, которые являются основой моделирования ландшафта в среде ГИС.

По морфодинамическому анализу на основе пластики рельефа, создается карта типов местоположений территории. Метод пластики рельефа заключается в установлении по ЦМР границ между выпуклыми и вогнутыми формами рельефа. На заключительном этапе составления карты пластики рельефа проводится геокодирование и корректировка границ конту-

ров с использованием основных ландшафтных профилей на ключевых участках. Для общей оценки рельефа выделенного для анализа тестового полигона и визуализации цифровой модели создается трехмерная модель пластики рельефа (рис. 4). Такая модель дает представление о топологии полигона, разделяя его на взаимосвязанные элементы и обеспечивая необходимую наглядность.

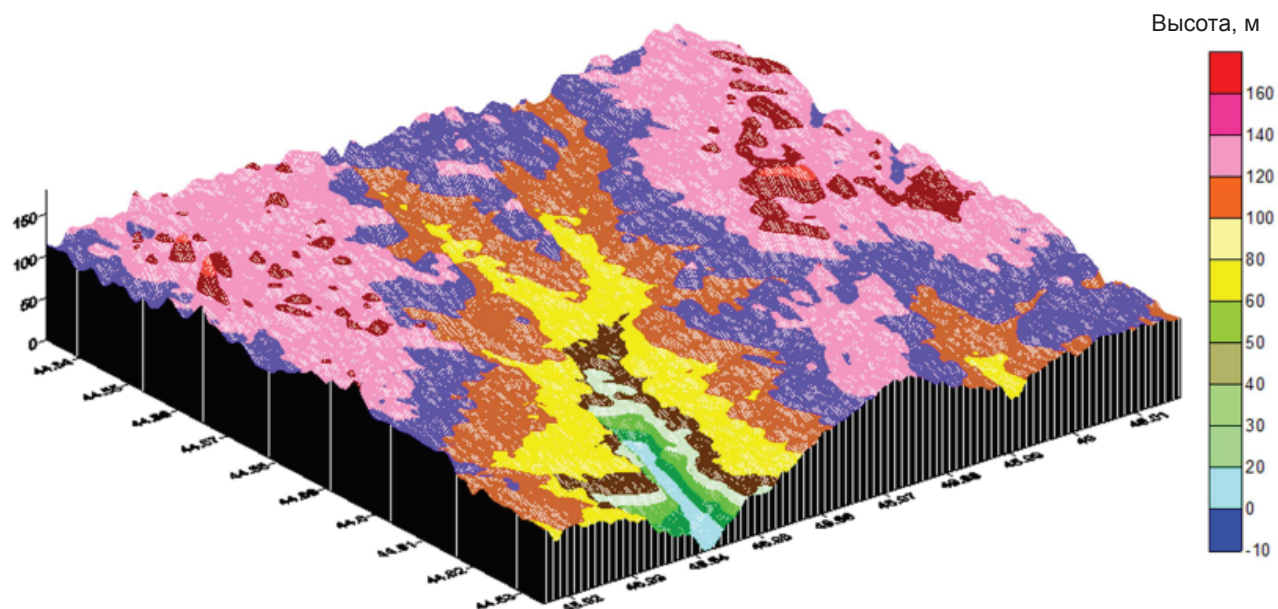


Рис. 3. Цифровая модель рельефа карта тестового полигона «Безымянка», Михайловского района Волгоградской области

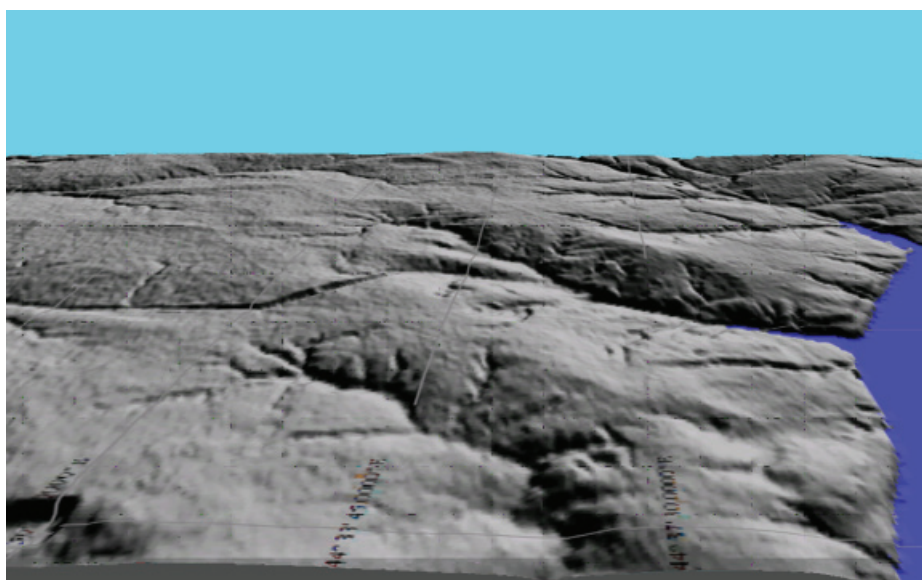


Рис. 4. Трехмерная карта пластики рельефа тестового полигона «Безымянка», Михайловского района Волгоградской области

Наложение ландшафтной карты на ЦМР позволяет получить цифровую модель ландшафта (ЦМЛ) и другие тематические карты: долевого участия склонов различной экспозиции, крутизны склонов, углов наклона и направлений линий тока талых и дождевых вод, лесопригодности почв, эрозионной расчлененности сельхозугодий и т. д. (рис. 5).

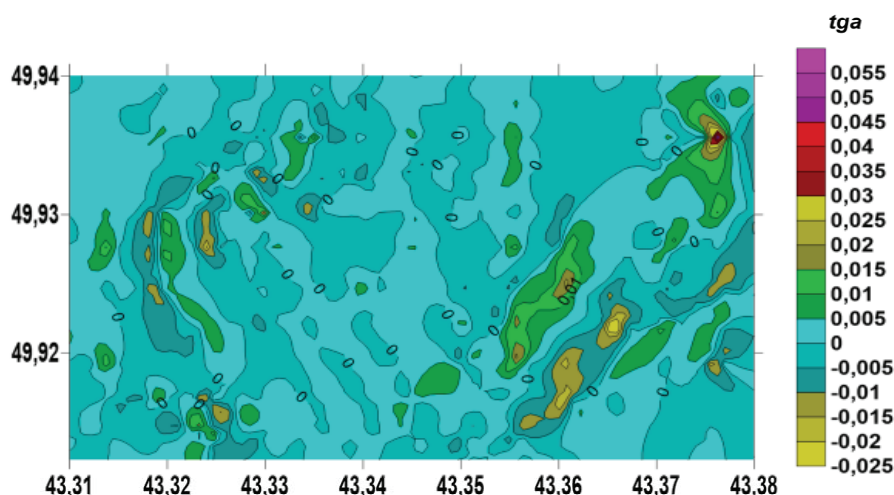


Рис. 5. Карта уклонов склонов тестового полигона «Безымянка», Михайловского района Волгоградской области

После создания карты пластики рельефа производится операция морфодинамического анализа, т.е. фиксация, классификация и определение закономерностей взаиморасположения элементарных поверхностей.

Важным для определения сельскохозяйственной пригодности земель и разработки агролесомелиоративных планов защиты полей от эрозии является моделирование крутизны склонов, которое осуществляется для оценки эрозионной опасности рельефа и используется при построении соответствующего картографического слоя синтезированной модели ландшафта.

В результате поконтурного определения сохранности лесонасаждений создаются оценочные карты с использованием геоинформационного программного комплекса MapInfo (рис. 6), которые отражают территориальное распределение и состояние защитных лесных насаждений в агроландшафтах, и позволяют определять первоочередность мероприятий по адаптивно-ландшафтному обустройству сельскохозяйственных земель.

Полученная карта типов элементарных поверхностей рельефа может рассматриваться как основа, которую необходимо дополнить географической информацией. Для этого используются материалы полевых исследований на ключевых участках, которые предусматривают построение ландшафтно-экологических профилей.

В результате комплекса геоинформационных исследований создается ландшафтная ГИС региона, включающая электронные ландшафтные карты с тематической картографической и атрибутивной информацией.

На рис. 7 показан общий вид цифровой агроландшафтной карты Волгоградской области с наложением различных информационных слоев.

Ландшафтный анализ состояния растительности осуществляется по созданным ЦМЛ.

Технология оценки ЗЛН основана на запатентованном способе определения состояния насаждений.

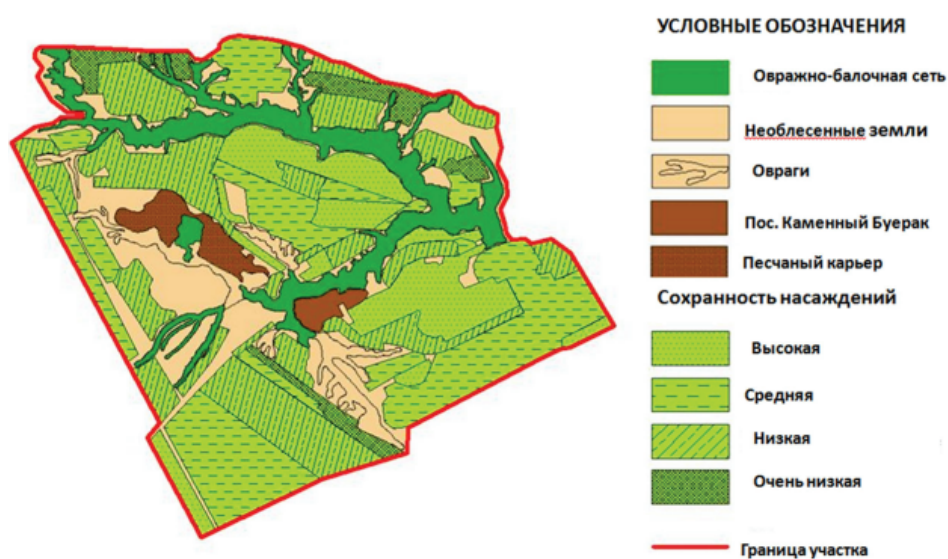


Рис. 6. Оценочная карта-схема лесных насаждений в пригородной зоне г. Волгограда

1 – Овражно-балочная сеть; 2 – необлесенные земли; 3 – овраги; 4 – пос. Каменный Буерак; 5 – Песчаный карьер. Сохранность насаждений: 6 – высокая; 7 – средняя; 8 – низкая; 9 – очень низкая; 10 – граница участка

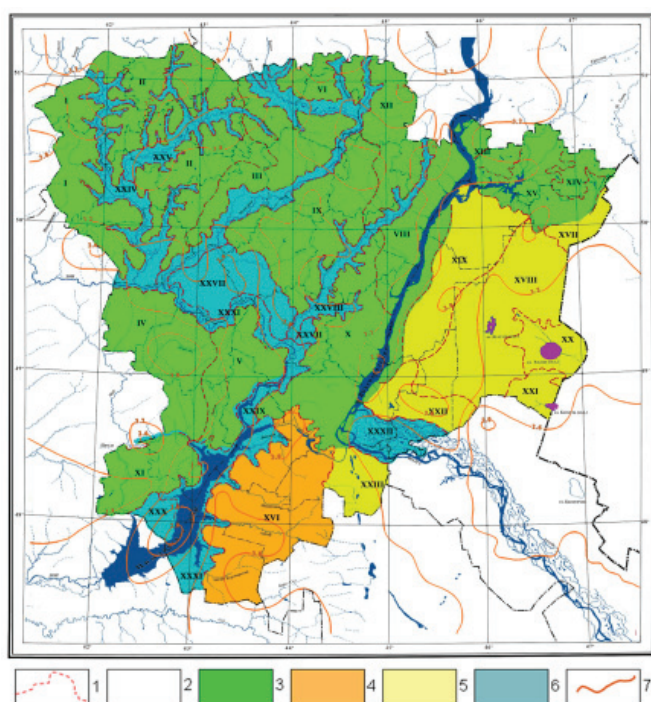


Рис. 7. Ландшафтная карта Волгоградской области

1 – границы ландшафтных районов; 2 – номера ландшафтных районов; 3 – степные ландшафтные районы (I-XV); 4 – пустынно-степной междуречный район (XVI); 5 – пустынно-степные древне-морские районы (XVII-XXXII); 6 – ландшафтные районы речных долин (XXIV-XXXII); 7 – антропогенная нагрузка на ландшафт

Способ включает выполнение аэрокосмической съемки агролесоландшафта в ранний летний период, преобразование полученного изображения в цифровой растровый формат, оконтуривание изображения ЗЛН.

Полученная карта типов элементарных поверхностей рельефа может рассматриваться как основа, которую необходимо дополнить географической информацией. Для этого используются материалы полевых исследований на ключевых участках, которые предусматривают построение ландшафтно-экологических профилей.

В результате комплекса геоинформационных исследований создается ландшафтная ГИС региона, включающая электронные ландшафтные карты с тематической картографической и атрибутивной информацией.

На рис. 7 показан общий вид цифровой агроландшафтной карты Волгоградской области с наложением различных информационных слоев.

Ландшафтный анализ состояния растительности осуществляется по созданным ЦМЛ.

Технология оценки ЗЛН основана на запатентованном способе определения состояния насаждений.

Способ включает выполнение аэрокосмической съемки агролесоландшафта в ранний летний период, преобразование полученного изображения в цифровой растровый формат, оконтуривание изображения ЗЛН.

Далее выделяются контурами ряды деревьев, и оценивается фототон изображения в контурах.

Вычисление площадей выделенных контуров, привязку обработанного изображения к топографической карте и его трансформацию производят по отношению суммарной площади горизонтальной проекции крон деревьев, находящихся в нормальном состоянии, к площади выделенного контура, с учетом формы горизонтальной проекции кроны.

Оконтуривание осуществляется прямоугольными контурами, где ширина прямоугольника равна максимальной суммарной ширине горизонтальной проекции крон деревьев в насаждении, а длина равна длине насаждения с учетом опушечной горизонтальной проекции крон деревьев. В этих контурах выделяются эталонные участки древостоя, соответствующие наилучшему состоянию древостоя и устанавливаются средняя величина фототона ($F_{\text{срм}}$) и стандартное отклонение (σ). Выявляется диапазон фототона (ΔFN), определяющий состояние деревьев, как нормальное, диапазон $\Delta FN = \Delta FN_2 - \Delta FN_1$ (где нижний уровень диапазона фототона $FN_1 = F_{\text{ср}}N - \sigma$, верхний $FN_2 = F_{\text{ср}}N + \sigma$). Вычисляется общее количество пикселей в контуре ($нк$) и количество пикселей в контуре, отнесенное к диапазону ΔFN (nN). Состояние защитных лесных насаждений определяется по формуле:

$$D = nN / нк,$$

при $D = 0,85 - 1,0$ состояние ЗЛН соответствует экологической норме, при $D = 0,65 - 0,85$ - экологическому риску, при $D = 0,5 - 0,65$ - экологическому кризису и при D менее 0,5 - экологическому бедствию.

Для определения состояния ЗЛН используется аэрокосмическая съемка открытых участков поверхности почвы в масштабе 1:5000— 1:10000 в ранний весенний период до появления травянистых растений или в поздний осенний период после проведения полевых работ.

Осуществляется преобразование изображения в цифровой формат данных сканированием аэрокосмических фотоснимков или изображений, полученных в электронном виде. На полученных изображениях выделяют уровни серого цвета этих поверхностей по шкале от 0 до 255. Далее производят разделение общей площади на контуры, соответствующие выделенным уровням фототона, и вычисляют их площади. Производят сопряженный анализ фотоизображения с топографической и почвенной картами, и выполняют трансформацию, наносят атрибутивную информацию.

Картографирование агроландшафтов региона исследований, используемых в качестве пастбищ необходимо для изучения и анализа как уровня их деградации, так и пространственного расположения деградированных угодий. Технология прогнозно-динамического картографирования реализуется на основе дешифрирования информации космоснимков и применения системы компьютерной обработки, анализа изображений и динамического пространственно-временного картографирования с использованием специализированных программ.

Уровень деградации пастбищ определяется по среднестатистическим значениям фототона изображения на космоснимке. Основным интегральным показателем, позволяющим определить уровень деградации пастбищных фитоценозов, является плотность покрытия поверхности растительностью (проективное покрытие), рассматриваемое как проекции наземных частей растений на эту поверхность. Оценка деградации проводится по величине проективного покрытия почвы травянистыми растениями, вычисляемой по формуле:

$$S_{mn} = 100 / (1 + \exp(A + BF))$$

где S_{mn} – проективное покрытие, %; F – текущее значение уровня серого цвета по космическому снимку; A, B – коэффициенты, учитывающие влияния типа почвы на величину фототона

Картографирование пастбищ Астраханской области, проведенное по разработанной технологии, показало ее высокую эффективность. Выполненные исследования позволили уточнить дешифровочные признаки и установить эталонные значения состояния проективного покрытия деградированных пастбищ в соответствии с фототоном изображения, а также диапазоны фототона для преобладающих типов почв на оцениваемых площадях (табл. 1).

Таблица 1

Диапазоны значений фототона по уровням деградации

Уровни деградации	Площадь проективного покрытия, %	Диапазон фототона, ед.
Подвижные (открытые) пески	0–15	170–210
Солончаки	0–15	105–130
Сильносбитые пастбища	15–25	130–170
Умеренно и среднесбитые пастбища	25–35	90–130
Несбитые и слабосбитые пастбища	35–45	50–90

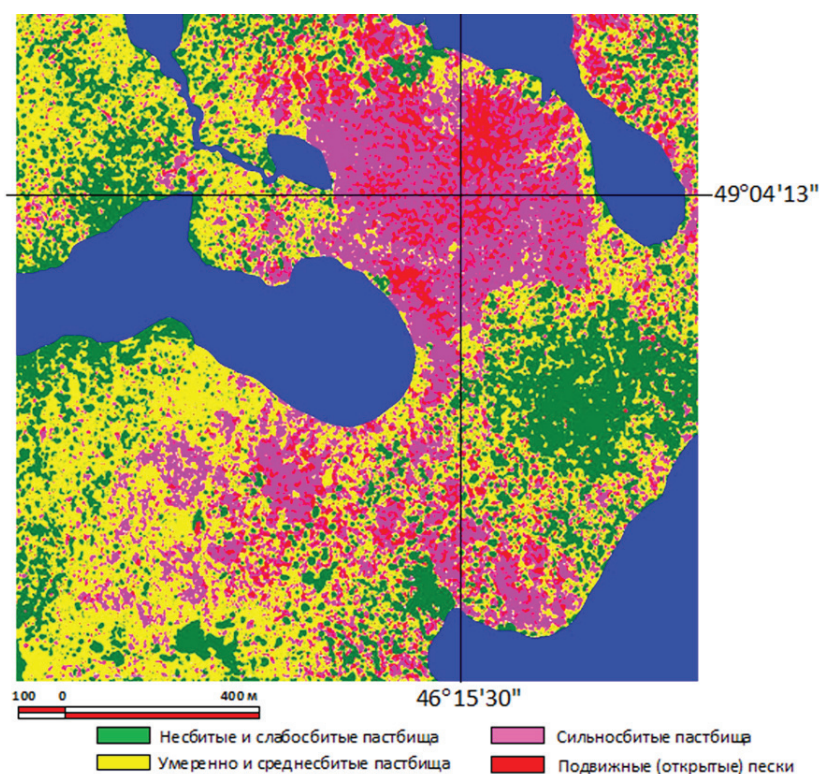
При оценке деградации в учет принимались только участки поверхности, непосредственно относящиеся к пастбищам.

Анализ деградации пастбищ на ключевом участке «Красная деревня» с координатами 49°04'13" СШ, 46°15'30" ВД, общей площадью 125,9 га, показал, что открытые, скальпированные поверхности (рис. 8) и сильносбитые пастбища занимают более 36% площади, 35, 39% – умеренно и среднесбитые и только около 8% – слабосбитые и несбитые. На космофотокарте четко видны контуры зон деградации различного уровня, что дает возможность осуществить ландшафтное планирование и разработать мероприятия по мелиоративному восстановлению пастбищ.

Таким образом, основным результатом оценочно-картографического этапа являются инвентаризационные и оценочные карты и перечень основных проблем на территории агроландшафтов. Состав и информационная насыщенность оценочных карт должна отражать современное состояние земель сельскохозяйственного назначения.

Проведенные исследования позволяют перейти к третьему этапу ландшафтного планирования — разработке комплекса мероприятий по адаптивному лесомелиоративному обустройству агроландшафтов, которые зависят от специфики ландшафтов и вида и степени их хозяйственного использования.

Приоритетные мероприятия по адаптивному лесомелиоративному обустройству сельскохозяйственных земель разрабатываются в ходе составления рамочного ландшафтного плана и крупномасштабного ландшафтного плана — двух основных документов процедуры ландшафтного планирования. Первый составляется для территорий ранга административных районов субъектов РФ, второй разрабатывается для конкретных землепользователей, хозяйств.



**Рис. 8. Космофотокарта деградации пастбищ Волгоградской области
ключевой участок «Красная деревня»**

Для сельскохозяйственных земель в данной разработке рассматриваются все направления адаптивно-ландшафтного обустройства: оптимизация соотношения земельных угодий и севооборотов, противоэрозионная организация территории, лесомелиоративное обустройство, агротехнические и лесохозяйственные уходы, гидротехнические приемы. На основе ландшафтной карты проводится выделение категорий земель с различными почвенно-экологическими условиями с использованием гипсометрической карты, карты экспозиции склонов и углов наклона, а также карты сохранности ЗЛН и лесопригодности почв планируется размещение полевых защитных, стокорегулирующих, прибалочных и приовражных лесополос в комплексе агротехнических приемов. Для жизнеспособных ЗЛН разрабатывается система лесоводственных уходов, целью которых является повышение мелиоративной эффективности лесных полос.

Внедрение в практику адаптивного лесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных земель современных картографо-аэрокосмических и геоинформационных технологий позволило автоматизировать отдельные технологические операции в работе с аэро- и космоснимками и составлении картографических материалов. Это, в свою очередь, повысило эффективность планируемых мероприятий и прогнозирования дальнейшей динамики экологической обстановки в агроландшафтах, способствовало принятию оптимальных решений по ее регулированию и управлению хозяйственным использованием земель.

Список литературы

1. Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г., Кошелев А.В., Березовикова О.Ю. Аэрокосмический мониторинг и прогнозно-динамическое картографирование агроландшафтов юга России // Инновационная модель мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Материалы Всероссийского семинара-совещания. Воронеж: Изд-во «Истоки», 2009. С. 76–82.
2. Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г., Кретинин В.М., Павловский Е.С. Модели агролесоландшафтов (математико-картографические) для деградированных территорий сухостепной зоны Европейской части РФ // Достижения науки в Волгоградской области 2004–2009 гг.; Администрация Волгоградской области; Управление науки, промышленности и ресурсов аппарата Главы Администрации Волгоградской области. Волгоград: Панорама, 2010. С. 414–416.
3. Методические указания по ландшафтно-экологическому проектированию при агролесомелиоративном картографировании / Кулик К.Н., Павловский Е.С., Рулев А.С., Юферев В.Г., Бакурова К.Б., Дорохина З.П., Тубалов А.А., Кошелев А.В., Березовикова О.Ю., Дзугаев А.А. // М.: Россельхозакадемия, 2007, 42 с.
4. Методические указания по дистанционному эколого-экономическому мониторингу аридных пастбищ на основе ГИС-технологий / Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г., Бакурова К.Б., Дорохина З.П., Кошелев А.В., Березовикова О.Ю. // М.: Россельхозакадемия, 2009. 37 с.
5. Пат. RU № 2330242 27.07.2008 Юферев В.Г., Кулик К.Н., Рулев А.С., Кошелев А.В. Способ определения состояния защитных лесных насаждений // Патент России №2006144553/28. 2006. Бюл. № 21.
6. Пат. RU № 2327107 13.04.2008 Юферев В.Г., Кулик К.Н., Рулев А.С., Бакурова К.Б. Способ определения состояния пастбищ, подверженных деградации Патент России № 2006112379/28.2006. Бюл. № 17.
7. Рулев А.С., Юферев В.Г. Состояние и перспективы точной (координатной) агролесомелиорации // Сб. докл. всерос. научно-практическая конференция ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 11–13 сентября 2007 г. Курск, 2007. С. 134–138.
8. Рулев А.С., Юферев В.Г. Аэрокосмическое картографирование эрозионных процессов на основе катенарно-логистического анализа // Стрежень: Научный ежегодник / под ред. М.М. Загоруйко. Вып. 6. Волгоград: Издатель, 2008. С. 36–40.
9. Рулев А.С., Юферев В.Г. Геоэкономический подход к оценке аграрного потенциала Юга России / А.С. Рулев, В.Г. Юферев / Экономика развития региона: проблемы, поиски перспективы. Ежегодник. Выпуск 11 / ВолГУ. Волгоград, 2010. С. 453–466.
10. Рулев А.С., Юферев В.Г. Картографо-геоинформационное моделирование в агролесомелиорации // Материалы Всероссийской конференции (с международным участием) «Математические модели и информационные технологии в сельскохозяйственной биологии: итоги и перспективы». 14–15 октября 2010 г. Санкт-Петербург: АФИ, 2010. С. 68–71.
11. Юферев В.Г., Кулик К.Н., Рулев А.С. и др. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации / К.Н. Кулик, А.С. Рулев, К.Б. Мушаева, А.В. Кошелев, З.П. Дорохина, О.Ю. Березовикова // Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010 г. 102 с.
12. Рулев А.С., Юферев В.Г., Юферев М.В. Картографо-аэрокосмический мониторинг аридных агроландшафтов // Элиста. Вестник института комплексных исследований аридных территорий. 2011. № 1 (22), С. 57–63.

13. Рулев А.С., Юферев В.Г., Юферев М.В. Методология геоинформационного моделирования // Москва. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 5. С. 5–6.

14. Рулев А.С., Юферев В.Г., Кошелев А.В. Защитные лесные насаждения как средство активного управления ландшафтами Восточного Причерноморья // Научный вестник СКНИИиСП ЮФУ: Южно-Российский форум: экономика, социология, политология, социально-экономическая география. Ростов-на Дону: ЗАО «Центр Универсальной Полиграфии», 2011. С. 112–117.

15. Kulik K., Rulev A., Yuferev V. Aerospace monitoring of pastures in conditions of dry steppe and semi-desert // Abstracts of reports International Scientific Conference (June 12–14, 2010). Ashgabat, 2010. pp. 406–407.

16. Rulev A.S., Yuferev V.G. The catena-logistical approach to the estimation and mapping of erosion processes on water catchment areas with the use of spaceaerophotos // Proceedings of the tenth international symposium on river sedimentation «Effects of river sediments and channel processes on social, economic and environmental safety». Moscow, 2007, pp. 348–355.

References

1. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G., Koshelev A.V., Berezovikova O.Y. (2009) *Aerokosmicheskiy monitoring i prognozno-dinamicheskoe kartografirovaniye agrolandshaftov yuga Rossii. Innovatsionnaya model' monitoringa zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Aerospace monitoring and forecasting dynamic mapping of agrolandscapes of the South of Russia. Innovative model of monitoring of agricultural lands] *Materialy Vserossiyskogo seminara-soveshchaniya. Izd-vo «Istoki»* [Materials of all-Russian seminar-meeting. Publishing house «Istoki»]. Voronezh, pp. 76–82.

2. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G., Kretinin V.M., Pavlovsky E.S. (2010) *Modeli agrolesolandshaftov (matematiko-kartograficheskie) dlya degradirovannykh territoriy sukhostepnoy zony Evropeyskoy chasti RF. Dostizheniya nauki v Volgogradskoy oblasti 2004–2009 gg.* [Models of agricultural and forest landscapes (mathematical-cartographic) for degraded areas of dry steppe zone of the European part of Russia. Science in the Volgograd Region, 2004–2009] *Administratsiya Volgogradskoy oblasti. Upravlenie nauki, promyshlennosti i resursov apparata Glavy Administratsii Volgogradskoy oblasti* [Volgograd Region Administration. Management of science, industry and resources. Office of the Head of Administration of the Volgograd Region] *Panorama* [Panorama]. Volgograd, pp. 414–416.

3. Kulik K.N., Pavlovsky E.S., Rulev A.S., Yuferev V.G., Bakurova K.B., Dorokhina Z.P., Tubalov A.A., Koshelev A.V., Berezovikova O.Y., Dzugaev A.A. (2007) *Metodicheskie ukazaniya po landshaftno-ekologicheskomu proektirovaniyu pri agrolesomeliorativnom kartografirovanii* [Guidelines for ecological landscape design in agroforestry meliorative mapping] *Rossel'khozakademiya* [Rosselkhozacademy], Moscow, p. 42.

4. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G., Bakurova K.B., Dorokhina Z.P., Koshelev A.V., Berezovikova O.Y. (2009) *Metodicheskie ukazaniya po distantsionnomu ekologo-ekonomicheskomu monitoringu aridnykh pastbishch na osnove GIS-tekhnologiy* [Guidelines for remote environmental-economic monitoring of arid pastures on the basis of GIS-technologies] *Rossel'khozakademiya* [Russian Academy of agricultural Sciences]. Moscow, p. 37.

5. Pat. RU No. 2330242 27.07.2008 Yuferev V.G., Kulik K.N., Rulev A.S., Koshelev A.V. *Sposob opredeleniya sostoyaniya zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy* [Method of determining the condition of protective forest plantation]. Patent of Russia No. 2006144553/28. 2006. Bull. No. 21.

6. Pat. RU No. 2327107 13.04.2008 Yuferev V.G., Kulik K.N., Rulev A.S., Bakurova K.B. *Sposob opredeleniya sostoyaniya pastbishch, podverzhennykh degradatsii* Patent *Rossii* [Method of determining the condition of pastures subject to degradation]. Patent of Russia No. 2006112379/28. 2006. Bull. No. 17.

7. Rulev A.S., Yuferev V.G. (2007) *Sostoyaniye i perspektivy tochnoy (koordinatnoy) agrolesomelioratsii* [The Condition and prospects of the exact (coordinate) of agroforestry] *Sb. dokl. vseros. nauch.-prakt. konf. GNU VNIIZIZPE, 11–13 sentyabrya 2007 g.* [Collection of Reports of All-Russian scientific-pract. Conf. SSI All-Russian Scientific Research Institute of Agriculture And Protection of Soils From Erosion (GNU VNIIZIZPE), 11–13 September 2007], Kursk, pp. 134–138.

8. Rulev A.S., Yuferev V.G. *Aerokosmicheskoe kartografirovaniye erozionnykh protsessov na osnove katenarnologicheskogo analiza* [Aerospace mapping of erosion processes on the basis of catenary-logistics analysis] *Nauchnyy ezhegodnik Strezhen'* [Scientific Yearbook. Strezhen. Izdatel']. Volgograd: 2008, Vol. 6, pp. 36–40.

9. Rulev A.S., Yuferev V.G. (2010) *Geoekonomicheskiy podkhod k otsenke agrarnogo potentsiala Yuga Rossii*. Red. A.S. Rulev, V.G. Yuferev [Geo-economic approach to the assessment of the agricultural potential of the South of Russia. Ed. A.S. Rulev, V.G. Yuferev] *Ekonomika razvitiya regiona: problemy, poiski perspektivy. Ezhegodnik* [Economy development of region: problems, searches, prospects. Yearbook. Volzhsky University]. Volgograd. Issue 11, pp. 453–466.

10. Rulev A.S., Yuferev V.G. (2010) *Kartografo-geoinformatsionnoe modelirovanie v agrolesomeliorsii* [Cartographic-geoinformation modelling in the agro-forestry] *Materialy Vserossiyskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem) «Matematicheskie modeli i informatsionnye tekhnologii v sel'skokhozyaystvennoy biologii: itogi i perspektivy. AFI* [Materials of all-Russian conference (with international participation) «Mathematical models and information technologies in agricultural biology: results and prospects. API. 14–15 October 2010]. Saint Petersburg, pp. 68–71.

11. Yuferev V.G., Kulik K.N., Rulev A.S., etc. (2010) *Geoinformatsionnye tekhnologii v agrolesomeliorsii* [Geoinformation technologies in agroforestry. Ed. K.N. Kulik, A.S. Rulev, B.K. Mushaeva, A.V. Koshelev, Z.P. Dorokhina, O.Y. Berezovikova] *VNIALMI* [Federal State Budget Scientific Institution Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (VNIALMI)]. Volgograd, p. 102.

12. Rulev A.S., Yuferev V.G., Yuferev M.V. (2011) *Kartografo-aerokosmicheskiy monitoring aridnykh agrolandshaftov* [Cartographic and aerospace monitoring of arid agrolandscapes] *Elista. Vestnik instituta kompleksnykh issledovaniy aridnykh territoriy* [Elista. Bulletin of the Institute of integrated research of arid territories]. No. 1 (22), pp. 57–63.

13. Rulev A.S., Yuferev V.G., Yuferev M.V. (2011) *Metodologiya geoinformatsionnogo modelirovaniya* [Methodology of geoinformation modeling] *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Herald of the Russian Academy of Agricultural Sciences]. Moscow. No. 5, pp. 5–6.

14. Rulev A.S., Yuferev V.G., Koshelev A.V. [2011] *Zashchitnye lesnye nasazhdeniya kak sredstvo aktivnogo upravleniya landshaftami Vostochnogo Prichernomor'ya* [Protective forest plantations as a means for active management of the landscapes of the Eastern black sea region] *Nauchnyy vestnik SKNIIiSP YuFU: Yuzhno-Rossiyskiy forum: ekonomika, sotsiologiya, politologiya, sotsial'no-ekonomicheskaya geografiya. ZAO «Tsentral'noy Poligrafii»* [Scientific Bulletin of SNIIP SFU. South-Russian forum. Economics, sociology, political science, socio-economic geography. ZAO «Center for Universal Printing»]. Rostov-on-don, pp. 112–117.

15. Kulik K., Rulev A., Yuferev V. (2010) *Aerospace monitoring of pastures in conditions of dry steppe and semi-desert*. Abstracts of reports International Scientific Conference (June 12–14, 2010). Ashgabat, pp. 406–407.

16. Rulev A.S., Yuferev V.G. (2007) *The catena-logistical approach to the estimation and mapping of erosion processes on water catchment areas with the use of spaceaerophotos*. Proceedings of the tenth international symposium on river sedimentation «Effects of river sediments and channel processes on social, economic and environmental safety». Moscow, pp. 348–355.