

# ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СУХОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ ВЫПАСА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Л.Д. Немцева, Л.А. Беспалова,  
Е.И. Голубева, С.И. Михайлов

---

**Аннотация.** Представлены результаты исследования состояния растительного покрова сухостепных ландшафтов в условиях выпаса на основе методов дистанционного зондирования в комплексе с полевыми методами исследований. Получены линейные эмпирические зависимости между значениями зеленой фитомассы и нормализованного вегетационного разностного индекса (NDVI). Установлена взаимосвязь между запасами зеленой фитомассы, полученной по данным дистанционного зондирования Земли, и природно-климатическими условиями. Построена карта пастбищной дигрессии с применением современных методов ландшафтного картографирования.

**Ключевые слова:** растительный покров, дистанционное зондирование Земли, вегетационный индекс, фитомасса, пастбищная дигрессия.

## ВВЕДЕНИЕ

Степные экосистемы юга России имеют длительную историю хозяйственного освоения и использования, что обуславливает их высокую экологическую уязвимость и в совокупности с современными климатическими трендами приводит к снижению продуктивности биогеоценозов [Матишов, Голубева, 2010]. В настоящее время естественные экосистемы степной зоны оказались практически полностью уничтожены в результате распашки земель, а сохранившиеся в значительной мере эксплуатируются человеком в качестве пастбищ и сенокосных угодий. В связи с этим изучение растительного покрова степей, их структурно-функциональных особенностей имеет теоретическую и практическую значимость.

Цель исследований – оценка состояния растительного покрова сухостепных ландшафтов в условиях выпаса.

Территория исследования располагается в охранной зоне Государственного природного заповедника «Ростовский», которая включает в себя прибрежную часть целинной степи восточного отсека Пролетарского водохранилища (оз. Маныч-Гудило), участок заповедника «Островной» (о-ва Водный и Горелый).

Исследуемый район издавна является скотоводческим. Неблагоприятные климатические условия (засушливость) и низкое плодородие почв сделали его малопригодным для земледелия. Животноводческий профиль хозяйственной деятельности сохранился в долине Маныча и в настоящее время. Нерегулируемая пастьба скота, перевыпас являются основными причинами пастбищной дигрессии и деградации почвенного покрова.

На заповедных территориях островов Водный и Горелый состояние сухостепных ландшафтов зависит главным образом от природно-климатических условий, а также колебаний численности уникальной популяции обитающих здесь одичавших лошадей.

Согласно геоботаническому районированию по Б.Н. Горбачёву [1974], степи Приманычья относятся к типу умеренно сухих и сухих дерновинно-злаковых. Однако на территории заповедника и буферной зоны преобладает особый галофитный вариант упомянутого типа степей – долинные степи на каштановых и светло-каштановых солонцеватых почвах в комплексе со средними и глубокими солонцами [Горбачёв, Зацепина, 1968; Ильина, 2005; Ильина, Невидомская, 2007]. По сравнению со степями на водораздельных пространствах, для долинных степей характерны выраженные следы лугового происхождения (в том числе наличие ряда луговых видов растений), четкая комплексность растительного покрова, а также заметно большая ксерофильность и наличие галофитных сообществ в составе комплексов [Горбачёв, 1974; Зацепина, 1971].

Среднегодовое количество осадков в районе исследования составляет 359–417 мм. По сезонам они распределяются неравномерно, их максимальное количество выпадает в июне – июле. Однако эти осадки кратковременны, носят ливневый характер, и значительная их часть скатывается вниз по склонам, не успевая впитаться в почву, нередко при этом способствуя развитию эрозионных процессов. Поэтому доля летних осадков в водном балансе почвы незначительна и гораздо большее участие в создании запасов влаги в почвах принимают осенне-весенние и зимние осадки. Как показали исследования, важными в этом отношении являются осадки холодного периода, выпадающие в виде морозящих дождей и снега [Агроклиматические ресурсы ... 1972].

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Комплексный характер исследований определил необходимость применения методов, используемых в ландшафтоведении, геоботанике, дистанционном зондировании Земли. Работы проводились в соответствии с действующими наставлениями, руководствами и методическими указаниями. Полевые наблюдения предусматривали проведение серии детальных многопараметрических съемок.

Материалы, положенные в основу данного исследования, собраны в процессе полевых работ в течение вегетационных сезонов 2007–2010 гг. на базе научно-экспедиционного стационара (НЭС) «Маныч» Южного научного центра Российской академии наук (ЮНЦ РАН). НЭС «Маныч» располагается в поселке Маныч Орловского района Ростовской области.

В ходе полевых работ были проведены геоботанические исследования на 112 мониторинговых площадках площадью 100 м<sup>2</sup>, которые выбирались таким образом, чтобы в их пределах не наблюдалось существенного изменения флористического состава и смены доминантов растительных сообществ (рис. 1). Геоботанические описания на мониторинговых площадках позволили выявить видовой состав и особенности растительного покрова каждой из них. Для оценки продукционных процессов в пределах пробных площадей собраны укосы фитомассы в 2–3-кратной повторности с учетной площадки размером 0,25 м<sup>2</sup>. Рамка для укосов размещалась на участках с видами растений, типичными для всей площадки. Срезанные растения взвешивались в лаборатории стационара (в сыром весе).

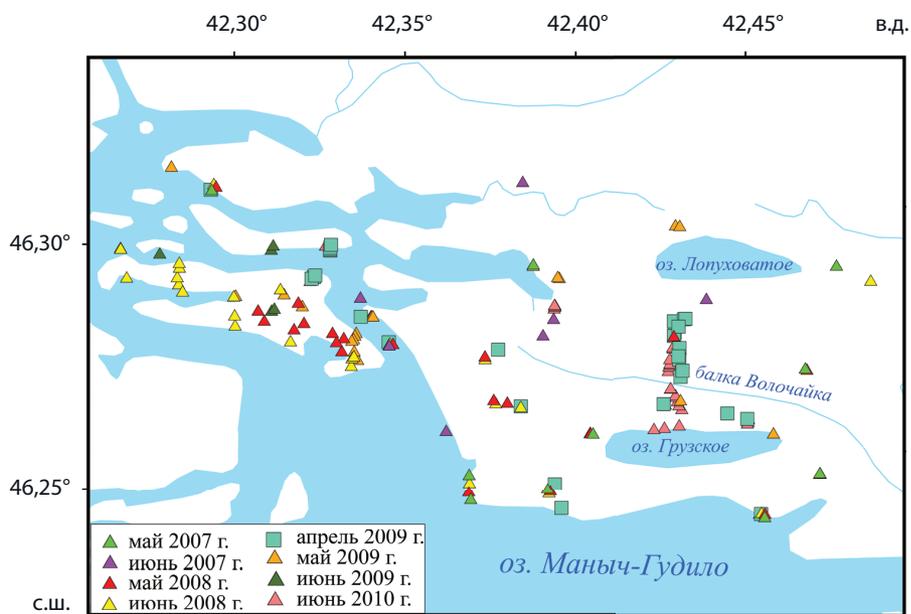


Рис. 1. Схема станций мониторинга

Для изучения процессов пастбищной дигрессии растительного покрова использовались косвенные методы [Александрова, 1964], основанные на учете комплексного воздействия скота. Основным был метод экстраполяции пространственных изменений растительного покрова во временные, приме-

ненный в двух модификациях: 1) метод сообществ-аналогов при различной пастбищной нагрузке, 2) метод трансект (геоботанических профилей) по градиенту пастбищной нагрузки.

Полевые исследования растительного покрова были проведены по стандартным геоботаническим методам с использованием типовой программы [Юрцев, Камелин, 1987]. Наиболее сложные для определения экземпляры видов растений были загербаризированы, их определение проводилось в лабораториях Южного научного центра РАН.

Материалами космической съемки, использованными в данной работе, послужили многозональные снимки Landsat 5 TM, IRS P6 AWiFS, датированные числами, наиболее близкими к периодам проведения наземных исследований, а также временной ряд снимков Aqua/Terra MODIS за 2005–2008 гг. Космические снимки взяты с сайта Геологической службы США (USGS) (<https://www.usgs.gov>). Метеорологические данные получены с сайта «Расписание погоды» (<https://rp5.ru/>).

Для обработки снимков использовался профессиональный программный пакет ENVI 4.7. Геоинформационные технологии были реализованы в программе ArcGIS 10.

При анализе космических снимков использовались данные о динамике значений нормализованного вегетационного разностного индекса (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index) [Rouse et al., 1973], отражающего изменение количества хлорофилла в зеленых растениях, поглощающих излучение в красном спектре (от 620 до 690 нм) для использования в процессе фотосинтеза и отражающих излучение в ближнем инфракрасном диапазоне спектра (от 770 до 900 нм).

Нормализованный вегетационный разностный индекс (NDVI) вычисляется по следующей формуле:

$$\text{NDVI} = (\rho_{\text{nir}} + \rho_{\text{red}}) / (\rho_{\text{nir}} - \rho_{\text{red}}), \quad (1)$$

где  $\rho_{\text{nir}}$  – коэффициент отражения в диапазоне 770–900 нм (ближний инфракрасный),  $\rho_{\text{red}}$  – 620–690 нм (красный).

Расчеты NDVI для каждого космического снимка лежат в диапазоне значений от –1 до 1; 0 означает полное отсутствие растительности, для растительного покрова эти значения всегда положительны, а значения, близкие к 1 (0,8–0,9), указывают на максимально возможную плотность покрытия зелеными растениями.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По космическим снимкам Landsat 5 TM, IRS P6 AWiFS был рассчитан нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI, что позволи-

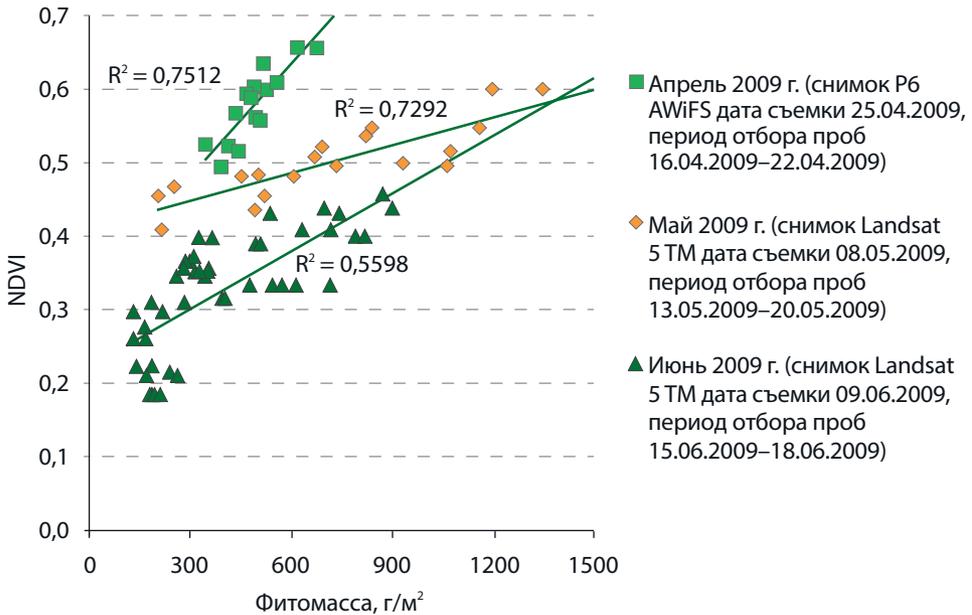
ло получить пространственные особенности его размещения, характеризующие исследуемую поверхность на момент проведения съемок космическим аппаратом. Найдена эмпирическая зависимость между индексом NDVI и сырой фитомассой, скошенной на мониторинговых площадках в 2009 г. На основе полученных данных были рассчитаны запасы фитомассы на территории острова Водный в весенний период 2009–2011 гг., 2013–2017 гг.

Проведено исследование площадной динамики зеленой растительности на основе вегетационного индекса для установления оптимальных сроков подспутниковых наблюдений. По составленным картам NDVI, последовательно рассчитанным по космическим снимкам MODIS за 4 года съемок (2005–2008 гг.), выявлены зависимости сезонного хода NDVI со сменами фенологических фаз растительного покрова на территории островов Водный и Горелый.

В ходе работ по изучению пастбищной дигрессии на модельных участках с разной степенью выпаса в целинной манычской степи отработана методика оценки состояния естественных ландшафтов с применением как стандартных методов полевых исследований (ландшафтно-геоботанических), так и методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Построена карта пастбищной дигрессии бассейна озера Маныч-Гудило.

Для создания карты стадий пастбищной дигрессии были использованы многозональные снимки Landsat 5 TM с пространственным разрешением 30 м. Даты их съемок приходятся на периоды подспутниковых наблюдений, а именно апрель и май 2007–2009 гг. Снимки за разные годы весеннего периода были совместно классифицированы по алгоритму ISODATA (Iterative Self-Organizing DataAnalysis Technique). Применением этого алгоритма была решена одна из задач дешифрирования – выявление на снимках однородных образований, наиболее схожих по своему спектральному образу. После проведения классификации была отмечена последовательная смена классов при удалении от кошар и ферм. Это позволило предположить, что каждый класс относится к определенной стадии пастбищной нарушенности. На основе полевых данных и методов экспертного дешифрирования полученные классы интерпретированы как стадии пастбищной дигрессии.

Достаточно надежно на космических снимках выделяется фенологическое состояние растительного покрова (рис. 2). Так, данные за разные месяцы (апрель, май, июнь 2009 г.) объединяются в отдельные облака точек, что связано со сменой фенологических фаз (аспектов степи по классификации В.В. Алехина [1951]: апрель – средневесенняя фаза, май – поздневесенняя фаза, июнь – среднелетняя фаза), с состоянием растительности и содержанием в ней хлорофилла.



**Рис. 2.** Корреляционная связь между значениями запасов фитомассы и значениями NDVI

Для каждого из рассматриваемых периодов построены линейные эмпирические зависимости между фитомассой и значением индекса NDVI. Фитомасса для средневесеннего периода рассчитывалась по формуле (2), фитомасса для поздневесеннего периода – по формуле (3):

$$Phytomass_1 = \frac{(NDVI - 0,3267)}{5 \times 10^{-4}}, \quad (2)$$

$$Phytomass_1 = \frac{(NDVI - 0,4111)}{10^{-4}}. \quad (3)$$

В отличие от весенней фазы развития, когда ярко-зеленая растительность имеет высокое содержание хлорофилла, во время летних фенофаз коэффициент корреляции был существенно ниже. Это может быть связано с разной чувствительностью сенсоров при измерении спектрального излучения от разреженной или усыхающей растительности (относящейся к нижним диапазонам вегетационного индекса). Разработка методик спектральной калибровки разных типов данных дистанционного зондирования явилась необходимой частью данной работы и будет продолжена в дальнейшем.

В результате была получена расчетная таблица значений фитомассы в сыром весе, соответствующих значениям NDVI [Nemtseva, Mikhailov, 2016] (табл. 1).

**Таблица 1.** Соответствие значений индекса вегетации зеленой наземной фитомассе (г/м<sup>2</sup>)

Фитомасса, г/м <sup>2</sup> NDVI	Апрель	Май	Июнь	Средние значения
0,3	–	–	250	250
0,35	–	–	350	350
0,40	150	–	600	400
0,45	250	400	750	450
0,50	350	900	900	700
0,55	450	1400	1100	900
0,60	550	1900	1250	1200
0,65	650	2400	1400	1500
0,70	750	2900	1600	1800
0,75	850	3400	1750	2000

По построенным графикам площадной динамики зеленой растительности на острове Водный (рис. 3) было установлено, что для исследуемой территории характерны 2 пика вегетации в течение года: первый – весенний (в мае, 140–150-й день), второй – осенний (в конце октября – начале ноября, 290–300-й день). Второй пик вегетации бывает не каждый год и отсутствует в особо засушливые годы.

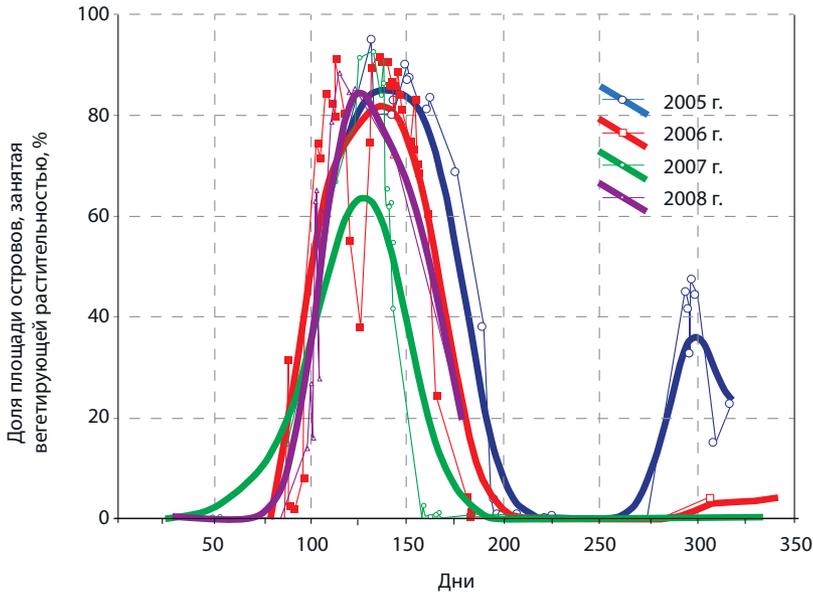
Появление первой вегетирующей растительности в долине Маныча начинается сразу после схода снежного покрова, в конце февраля, она представлена главным образом мятликом живородящим (*Poa bulbosa*) и отчасти перезимовавшими всходами озимых однолетников и двулетников, а также побегами некоторых многолетних трав [Буркина, 2008].

В конце апреля – начале мая количество фитомассы резко увеличивается. Развитие растительности в середине мая достигает максимума. Разгар цветения степных растений приурочен к концу мая – началу июня, когда распускают свои ости перистые ковылы.

В июле – августе почва полностью высыхает, а большинство растений целинной степи засыхает, буреет и прекращает вегетацию. В этот период (с 200-го по 260-й день) площади, занимаемые зеленой растительностью, равны 0 % от общей площади района исследований.

В октябре – ноябре, когда снижается температура воздуха и проходят осенние дожди, наблюдается второй пик вегетации, приходящийся в среднем на 300-й день [Немцева, Ильина, 2009]. В этот период степь может опять зазеленеть, поскольку вторично выпускают свои перистые ости раннелетние

ковыли – Лессинга (*Stipa lessingiana*) и украинский (*Stipa ucrainica*), но главную роль в осеннем «позеленении» степи, особенно на выпасаемых участках, играет мятлик живородящий (*Poa bulbosa*). С наступлением осенних дождей луковички мятлика прорастают – и выгоревшие за лето выпасы снова начинают зеленеть [Новопокровский, 1940].



**Рис. 3.** Площадная динамика зеленой растительности на островах Водный и Горелый

При сравнении кривых за разные годы исследуемого периода были выявлены отклонения в ходе фенологических фаз. Отмечены аномалии с усилением или ослаблением одних фаз, опережением или запаздыванием развития других. Данные фенологические явления могут быть объяснены тем, что развитие растений в умеренной зоне обладает периодичностью, которая зависит прежде всего от температурных условий и количества выпавших осадков. Дожди, их количество, сроки, частота выпадения, интенсивность, а также связь их с другими факторами – температурой, ветром и т. д. – имеют огромное значение [Культиасов, 1982].

На основе полученных эмпирических зависимостей (формулы 2; 3) рассчитаны запасы зеленой фитомассы в сыром весе для острова Водный в весенний период по 20 снимкам за 2009–2011 и 2013–2017 гг. В результате по расчетным данным построены графики динамики фитомассы в сыром весе за весенний период, а также приведены данные среднесуточного количества осадков (мм) и температуры (°C). Каждый из графиков охватывает временной период в один год плюс четыре месяца предыдущего года с сентября по де-

кабрь включительно (рис. 4), поскольку, как было указано выше, на весенние запасы фитомассы в первую очередь влияют осенне-весенние и зимние осадки, чем и был обусловлен выбранный временной период метеорологических данных для построения графиков. Другим фактором, влияющим на запасы фитомассы, является динамика численности диких лошадей, обитающих на острове Водный.

Как видно из рисунка 4, запасы фитомассы, рассчитанные по данным космических снимков и полевых исследований, в большинстве случаев с марта по май увеличиваются. Тем не менее в весенний период 2009 г. наблюдались низкие запасы фитомассы, а также отсутствие прироста фитомассы в мае, что связано с критическим ростом поголовья лошадей, которое превысило пределы пастбищной нагрузки на острове Водный в несколько раз. По данным З.Г. Пришутовой [2010], предельно допустимое количество лошадей на острове не должно превышать 120 особей (0,05 головы/га). Тогда как в январе 2009 г. на острове насчитывалось 340 особей, а в июле 2009 г. – 361 особь. В зиму 2009–2010 гг. произошел массовый падеж лошадей, и к марту 2010 г. на острове осталось 76 голов [Миноранский и др., 2010].

В апреле 2010 г. запасы фитомассы на острове, согласно расчетным данным, были низкие – в связи с сильной стравленностью растительного покрова – и составляли 26 и 48 ц/га на 16 и 25 апреля 2010 г. соответственно. Другим фактором, повлиявшим на снижение фитомассы в апреле 2010 г., стали температурные условия. Зима 2009–2010 гг. была суровая. Переход среднесуточных температур ниже 0 °С наступил только во второй декаде марта, чем было задержано отрастание нового растительного покрова. Тем не менее в мае 2010 г. произошел резкий скачок в приросте травостоя, поскольку выпало много осадков в осенне-зимний период 2009–2010 г. (279 мм), весенний период 2010 г. (292 мм). Запасы фитомассы составили 197 ц/га (на 18 мая 2010 г.). Сумма осадков в мае 2010 г. составила 196 мм, что является максимумом месячной суммы осадков за весь исследуемый период.

Минимальные запасы фитомассы в апреле наблюдались в 2015 г.: 27 ц/га – 22 марта, 28 ц/га – 25 мая, что связано с недостатком осадков. За осенне-зимний период 2014–2015 гг. осадков выпало 167 мм, сумма осадков за весенние месяцы составила 53 мм. Это наименьшие показатели.

На основе анализа геоботанических описаний дана оценка состояния растительных сообществ. По результатам проведенной классификации и постклассификационной обработки космических снимков на исследуемой территории выделено шесть классов пастбищной дигрессии. На этой основе для бассейна озера Маныч-Гудило была построена карта пастбищной дигрессии растительного покрова, включающая 6 стадий (рис. 5):

– полное отсутствие выпаса является крайним состоянием степей, наблюдающимся в степных сообществах при полном отсутствии выпаса на территориях, сильно удаленных от ферм и населенных пунктов;

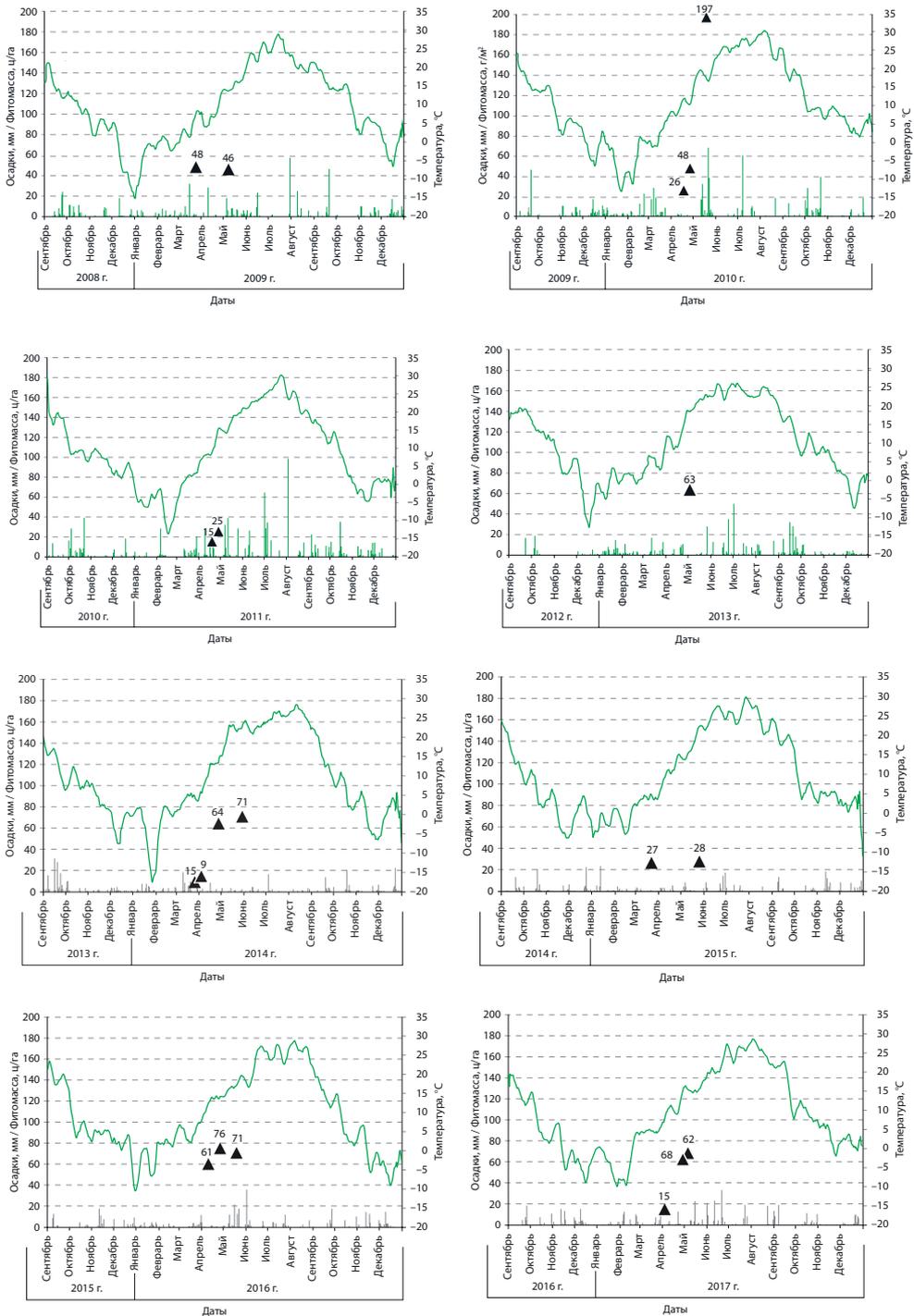


Рис. 4. Влияние гидротермических условий на динамику фитомассы (ц/га)

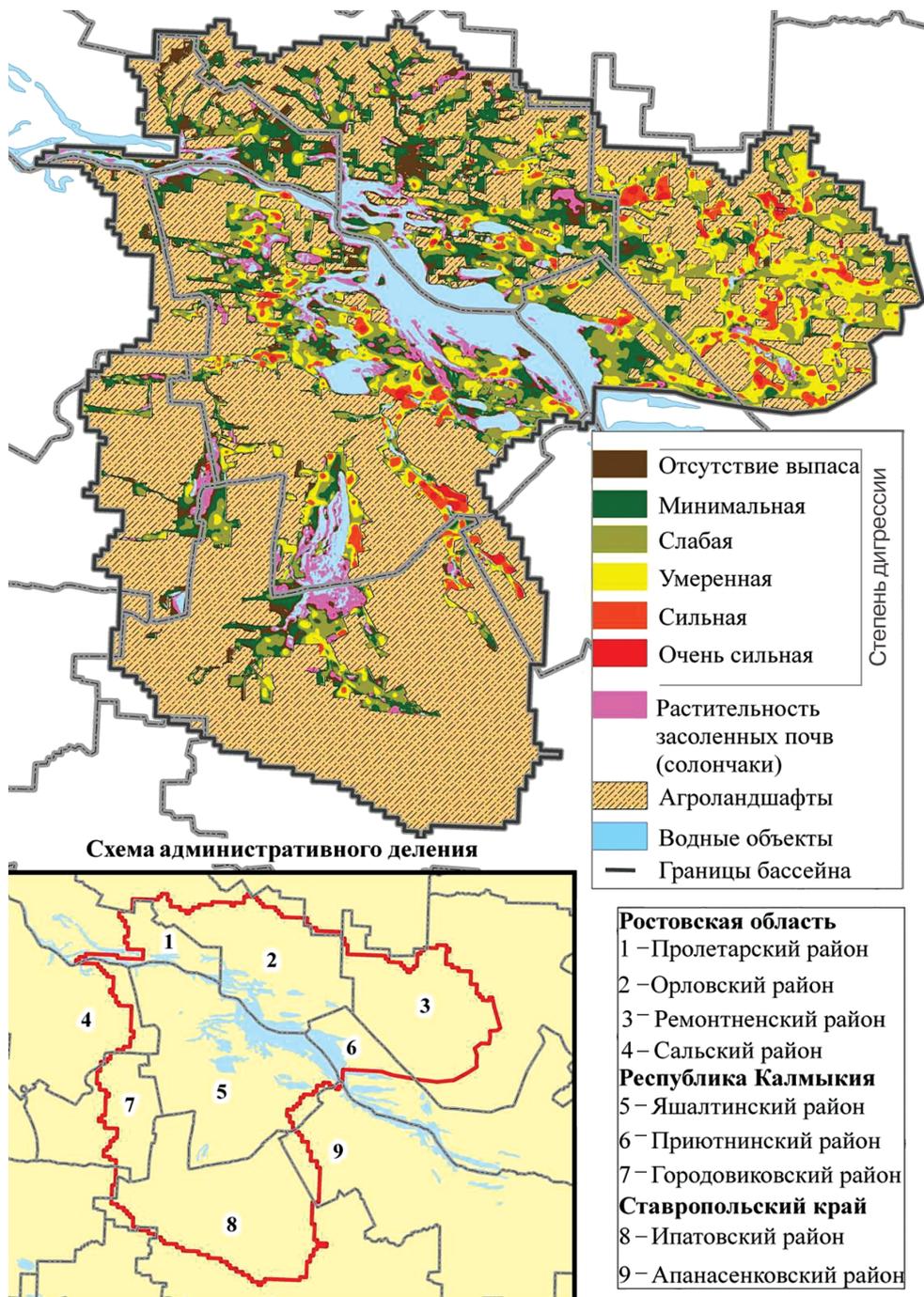


Рис. 5. Карта пастбищной дигрессии бассейна озера Маныч-Гудило

– минимальная степень пастбищной нарушенности в целом соответствует ковыльной стадии пастбищной дигрессии и характеризуется доминированием ковылей и степного разнотравья;

– слабая степень пастбищной нарушенности в целом соответствует типчаковой стадии пастбищной дигрессии, для которой свойственно выпадение ковылей и увеличение роли типчака;

– умеренная степень пастбищной нарушенности в целом соответствует полынной стадии пастбищной дигрессии, для которой характерно доминирование полыней и пижмы тысячелистниковой, или ромашника;

– сильная степень пастбищной нарушенности соответствует метлицевой стадии пастбищной дигрессии [Джапова, 2007], при которой происходит почти полное выпадение естественных степных доминантов, ведущая роль в травостое переходит к мятлику живородящему (метлице);

– очень сильная степень пастбищной нарушенности в целом соответствует эфемеровой стадии пастбищной дигрессии, на которой ведущая роль переходит к однолетникам-эфемерам. Подобные участки характеризуются резким падением проективного покрытия травостоев (вплоть до обнаженной почвы) [Немцева, Булгаков, 2009].

Пространственный анализ карты пастбищной дигрессии бассейна озера Маныч-Гудило показал, что примерно 60 % территории от общей площади естественных ландшафтов ближе к состоянию целинных степей, т.е. уровень дигрессии изменяется от отсутствия выпаса до слабой пасторальной нагрузки, 22,2 % ландшафтов характеризуется умеренной стадией пастбищной дигрессии. На долю сильной и очень сильной пастбищной нарушенности в сумме приходится около 9 % территории, эти ландшафты находятся в зоне расположения кошар и ферм.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

– использование современных методов ландшафтного картографирования с применением геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования в комплексе с полевыми методами исследований позволило создать карту пастбищной дигрессии бассейна озера Маныч-Гудило;

– весенний период (апрель, май) определен как наиболее благоприятный для оценки зеленой фитомассы с помощью данных дистанционного зондирования;

– получены линейные эмпирические зависимости между значениями зеленой фитомассы и NDVI;

– установлена взаимосвязь между запасами зеленой фитомассы, полученной по данным ДЗЗ, и природно-климатическими условиями (метеорологические условия, динамика поголовья лошадей) на острове Водный.

Таким образом, комплексное использование спутниковой информации и полевых исследований является перспективным для исследования процессов пастбищной дигрессии в регионе.

*Публикация подготовлена в рамках реализации ПФИ Президиума РАН I.52 «Обеспечение устойчивого развития Юга России в условиях климатических, экологических и техногенных вызовов» (ГЗ ЮНЦ РАН на 2018 г., № гр. проекта АААА-А18-118011990300-9)», а также при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-35-50069 «мол\_нр».*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агроклиматические ресурсы Ростовской области. Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. 252 с.

*Александрова В.Д.* Изучение смен растительного покрова // Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 300–447.

*Алехин В.В.* Растительность СССР. М.: Советская наука, 1951. 512 с.

*Буркина Т.М.* Растительный мир Донского края. Ботанические экскурсии: учеб.-метод. пос. Ростов н/Д: Терра-Принт, 2008. 160 с.

*Горбачёв Б.Н.* Растительность и естественные кормовые угодья Ростовской области. Ростов н/Д, 1974. 152 с.

*Горбачёв Б.Н., Зацепина Д.Я.* О понятии «долинные степи» // Ботанический журнал. 1968. Т. 53. № 6. С. 839–841.

*Джапова Р.Р.* Динамика растительного покрова Ергенинской возвышенности и Прикаспийской низменности в пределах Республики Калмыкия: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2007. 48 с.

*Зацепина Д.Я.* Приманычские долинные степи: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов н/Д, 1971. 32 с.

*Ильина Л.П.* Типы почв и история их исследования // Маньч – Чограй: история и современность (предварительные исследования). Ростов н/Д, 2005. С. 37–48.

*Ильина Л.П., Невидомская Д.Г.* Солевой режим каштаново-солонцовых почвенных комплексов долины Маньча // Вестник Южного научного центра. 2007. Т. 3. № 4. С. 47–52.

*Культиасов И.М.* Экология растений: уч. М.: Изд-во МГУ, 1982. 384 с.

*Матишов Г.Г., Голубева Н.И.* Значение аридных и семиаридных зон в системе современного природопользования России // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России: сб. науч. ст. Ростов н/Д, 2010. С. 11–18.

*Миноранский В.А., Узденов А.М., Клец Л.В., Даньков В.И.* Одичавшие лошади и их состояние в биосферном резервате «Ростовский» // Мониторинг природных экосистем долины Маньча: труды ФГУ «Государственный природный заповедник «Ростовский»». Вып. 4. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2010. С. 189–197.

*Немцева Л.Д., Булгаков Т.С.* Анализ пастбищной дигрессии степных экосистем заповедника «Ростовский» методами ГИС и ДЗЗ // Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана: мат-лы Междунар. науч. конф. (Россия, г. Брянск, 19–21 октября 2009 г.). Брянск: Ладомир, 2009. С. 155–159.

*Немцева Л.Д., Ильина Л.П.* Космический мониторинг сезонной ритмики наземных экосистем острова Водный заповедника «Ростовский» // Актуальные проблемы

экологии: мат-лы Всерос. науч. конф. «Актуальные проблемы экологии и сохранения биоразнообразия» (Владикавказ, Россия, 23–26 апреля 2009 г.). Владикавказ, 2009. С. 208–212.

*Новопокровский И.В.* Растительность // Природа Ростовской области. Ростов н/Д, 1940. С. 111–140.

*Пришутова З.Г.* Одичавшие лошади (*Equus caballus*) как компонент охраняемых степных экосистем в заповеднике «Ростовский» // Экология. 2010. № 1. С. 58–62.

*Юрцев Б.А., Камелин Р.В.* Программы флористических исследований разной степени детальности // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л.: Наука, 1987. С. 219–241.

Geological Survey (USGS), каталог EarthExplorer [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://earthexplorer.usgs.gov>, свободный. Загл. с экрана.

*Nemtseva L.D., Mikhailov S.I.* Determination of arid steppe landscape phytomass on the basis of vegetation index and field observation data // Индикаторы климатических изменений в морских экосистемах. Collection of articles of the IV International Conference GeoiD'2016. Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences. Ростов н/Д, 2016. С. 60–66.

*Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., and Deering D.W.* Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, Third ERTS Symposium, NASA SP-351. 1973. I, 309–317.

гр5.ru: Расписание погоды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://гр5.ru>, свободный. Загл. с экрана.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Немцева Лидия Дмитриевна** – канд. геогр. наук, н. с. ЮНЦ РАН, [l.nemseva@gmail.com](mailto:l.nemseva@gmail.com)

**Беспалова Людмила Александровна** – д-р геогр. наук, проф., ЮФУ, [bespalowaliudmila@yandex.ru](mailto:bespalowaliudmila@yandex.ru)

**Голубева Елена Ильинична** – д-р биол. наук, проф., МГУ им. М.В. Ломоносова; [egolubeva@gmail.com](mailto:egolubeva@gmail.com)

**Михайлов Сергей Иосифович** – ООО ИнтТерра, [s.mikhaylov@intterra.ru](mailto:s.mikhaylov@intterra.ru)