

Определение возраста залежных земель с помощью космических снимков на примере осушительной системы «Надеждинская» (Еврейская автономная область)

Д. Е. Аверин, В. А. Зубарев

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН

Биробиджан, 679016, Россия

E-mails: danila.averin.2000@mail.ru, zubarev_1986@mail.ru

В ходе социально-экономического кризиса 1990-х гг. на территории России произошло выпадение больших площадей сельскохозяйственных земель из оборота. Постановлением Правительства от 14 мая 2021 г. № 731 принята программа о развитии мелиоративного комплекса в России, согласно которой залежные земли необходимо возвращать в сельскохозяйственный оборот, но для этого нужно знать о фактическом состоянии таких земель. Первым этапом нашего исследования стало определение местонахождения и возраста залежных участков на территории осушительной системы «Надеждинская», Еврейская автономная область. Определение происходило с помощью визуального дешифрования космических снимков открытого доступа с сайта EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) в программной оболочке ArcMap 10.8. Затем были выбраны восемь пробных точек для пашни, залежи и фоновых растительных сообществ, для которых построены графики динамики нормализованного относительного индекса растительности NDVI (*англ.* Normalized Difference Vegetation Index) на начало летнего периода разных лет. В сентябре 2024 г. был проведён второй этап исследования — полевой. На каждой из исследуемых точек было осуществлено геоботаническое описание растительности. Заключительным этапом стал анализ динамики индекса NDVI и сукцессии зарастания залежных земель. Данные исследования показали, что с увеличением возраста залежи возрастает значение индекса NDVI, что связано с увеличением густоты растительного покрова и смены видового состава на залежных участках.

Ключевые слова: Среднеамурская низменность, пашня, залежь, дистанционное зондирование Земли, вегетационный индекс NDVI, ГИС-технологии

Одобрена к печати: 24.10.2025

DOI: 10.21046/2070-7401-2026-23-1-166-177

Введение

Выведение земель из сельскохозяйственного оборота с последующим их переходом в состояние залежи является значимым изменением в структуре землепользования во многих странах мира. Подтверждением этому служит и тот факт, что только в России в течение XX в. по разным оценкам было выведено из сельскохозяйственного оборота до 70 млн га земель. Большая часть потерь пришлась на социально-экономический кризис 1990-х гг. (Нечаева, 2023).

По данным Росреестра, площадь земель сельскохозяйственных угодий на 1 января 2024 г. составила 200,3 млн га. Из них на пашни приходится 118,6 млн га (59,20 % от площади сельскохозяйственных угодий), пастбища — 57,5 млн га (28,74 %), сенокосы — 18,8 млн га (9,39 %), залежи — 4,3 млн га (2,19 %), многолетние насаждения — 1,2 млн га (0,63 %). При этом площадь сельскохозяйственных угодий на территории Дальневосточного федерального округа составляет 18,5 млн га, из которых на пастбища приходится 8,6 млн га (46,46 %), сенокосы — 4,3 млн га (23,44 %), пашни — 4,0 млн га (22,02 %), залежи — 1,4 млн га (7,61 %), многолетние насаждения — 0,08 млн га (0,46 %) (Государственный..., 2024).

Анализ литературных источников показал, что в работах разных авторов существуют различия в оценке реальной площади залежных земель. Это происходит в том числе и вследствие отсутствия официального определения понятия «залежь» (Нечаева, 2023). Земельный кодекс Российской Федерации статьёй 79 устанавливает, что залежи относятся к землям сельскохозяйственных угодий, однако не даёт чёткого определения и не указывает признаки таких участков (Земельный..., 2001). В Постановлении Правительства РФ от 18 сентября 2020 г.

№ 1482 «О признаках неиспользования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения по целевому назначению или использования с нарушением законодательства Российской Федерации» сказано, что одним из признаков неиспользования земельного участка считается отсутствие деятельности по выращиванию сельскохозяйственных культур и обработке почвы на участке, предназначенном для растениеводства. При этом необходимо дифференцировать залежи от участков, находящихся под парами, свободных от возделываемых сельскохозяйственных культур для повышения плодородия и накопления влаги в почве на срок не более двух лет (Постановление..., 2020).

Постановлением Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 была принята программа развития мелиоративного комплекса России. Среди её приоритетов и целей значится получение достоверных и актуальных сведений о количественных характеристиках и границах земель сельскохозяйственного назначения, характеристик неиспользуемой пашни (Постановление..., 2021).

Современным и эффективным методом определения нарушенных земель служит анализ данных дистанционного зондирования Земли. Работы в этой области связаны как с применением только визуальных методов дешифрования космических снимков (Денисова и др., 2019; Домнина и др., 2022; Иваненко и др., 2016; Калитка, Евстратова, 2021; Маринина и др., 2013; Медведев и др., 2019; Стыценко, 2017), так и с использованием специализированных индексов (Горохова и др., 2017; Сайб и др., 2020; Терехин, 2021; Трубников и др., 2024; Туктамышев и др., 2021; Черпанов, Дружинина, 2009). Определением расположения нарушенных земель занимается множество исследователей во многих субъектах России. Изученные работы относятся не только к установлению местоположения залежных участков и их характеристик, как, например, сукцессионных стадий зарастания, но и имеют методический характер, связанный с методикой выбора и обработки данных дистанционного зондирования Земли для получения наиболее точной оценки.

Цель работы — определить возраст залежных земель системы «Надеждинская» на территории Еврейской автономной области с помощью космических снимков.

Район работы, материалы и методы

Первым этапом исследовательской работы стала локализация пахотных и залежных участков на территории мелиоративной системы «Надеждинская», построенной в 1975 г. и расположенной на территории Биробиджанского района Еврейской автономной области на луговых глеевых почвах (Матюшкина и др., 2018), с помощью мультиспектральных космических снимков среднего разрешения (30 м/пиксель) со спутников Landsat-4, -5 TM L2 (*англ.* Thematic Mapper Level 2), Landsat-7 ETM+ L2 (*англ.* Enhanced Thematic Mapper Plus Level 2) (снимки до 2002 г.) и Landsat-8, -9 OLI-TIRS L2 (*англ.* Operational Land Imager with Thermal Infrared Sensor Level 2). Космические снимки для проведения анализа загружены с сайта открытого доступа EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) за период с 2000 по 2024 г. с мая по июль каждого года. Важным критерием отбора материала было отсутствие облачности, перекрывающей визуальный обзор на мелиоративные системы на изображении.

Для анализа пространственно-временной структуры землепользования составлены карты-схемы в программной оболочке ArcMap 10.8. На них были отображены открытые участки почвы за период исследования (*рис. 1*, см. с. 168).

Основными признаками, использованными при отрисовке, являлись цвет, размер и форма.

Затем были объединены полигоны границ системы и участков открытой почвы для перевода полученного слоя в растровое изображение. Самой системе присваивался индекс 0, распаханым участкам — 1. Аналогичным образом были построены растры для снимков остальных годов.

Следующим шагом стал анализ пространственно-временного расположения распаханых участков, 2024 г. принимался за точку отсчёта, распаханые за этот год участки — за пашню.

Остальные земли, которые были распаханы в прошлые года, рассматривались как разновозрастные залежи. Если участок был распахан в более позднем году, то он не учитывался при анализе за более ранние года. Таким образом происходило исключение учёта одного и того же участка в разных периодах (рис. 2).

Завершением работы с космическими снимками стал выбор точек для исследования. Были отобраны участки, соответствующие каждой из предполагаемой нами категории используемости земли, в программной оболочке Google Earth Pro с указанием координат выбранных точек (рис. 3).



Рис. 1. Отрисованные участки открытой почвы на системе «Наеждинская», июнь 2024 г.



Рис. 2. Карта-схема пашни и залежных участков системы «Наеждинская» по состоянию на 2025 г.

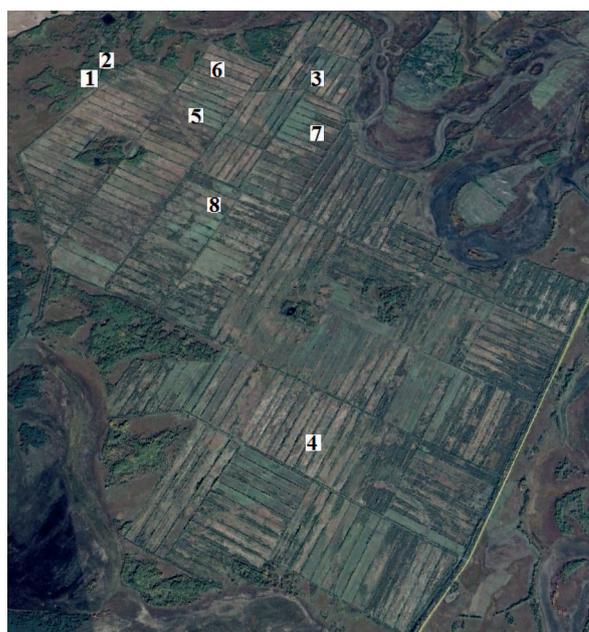


Рис. 3. Полигоны исследований на осушительной системе «Наеждинская»: 1 — лес; 2 — целинный луг; 3 — поле, засеянное соей; 4 — залежь 5 лет; 5 — залежь 10 лет; 6 — залежь 15 лет; 7 — залежь 20 лет; 8 — залежь более 20 лет

Вторым этапом исследования стали полевые работы (Жучков, Аверин, 2025). Они проводились в начале сентября 2024 г. Полевые исследования необходимы для того, чтобы соотнести предположения, выдвинутые на основании анализа данных дистанционного зондирования Земли, и текущее состояние экосистем.

Для описания травянистой (луговой) растительности закладывались пробные площадки размером 10×10 м (5 участков по 1 м^2 — 4 по углам и 1 в центре) и лесной — 20×20 м (5 участков по 2 м^2 аналогичным способом).

Для каждой пробной точки была построена динамика нормализованного относительного индекса растительности NDVI (*англ.* Normalized Difference Vegetation Index) на момент начала летнего сезона.

Определение индекса NDVI по спутниковому снимку изучаемой территории позволяет оценить тип и состояние (степень нарушенности) растительного покрова, а сопоставление карт индекса NDVI за разные годы — динамику процесса изменения состояния растительного покрова в рассматриваемый период.

Результаты и обсуждение

После прекращения использования сельскохозяйственных земель происходит процесс постагрогенного изменения почв, выражающийся в том числе и в смене растительных сообществ.

В ходе геоботанического описания пашни (*рис. 4*) выявлено, что спектр жизненных форм растений представлен исключительно травянистыми видами. Растительный покров относится к разнотравно-злаковой ассоциации с доминированием сои культурной. Среди жизненных форм преобладают многолетние виды трав.

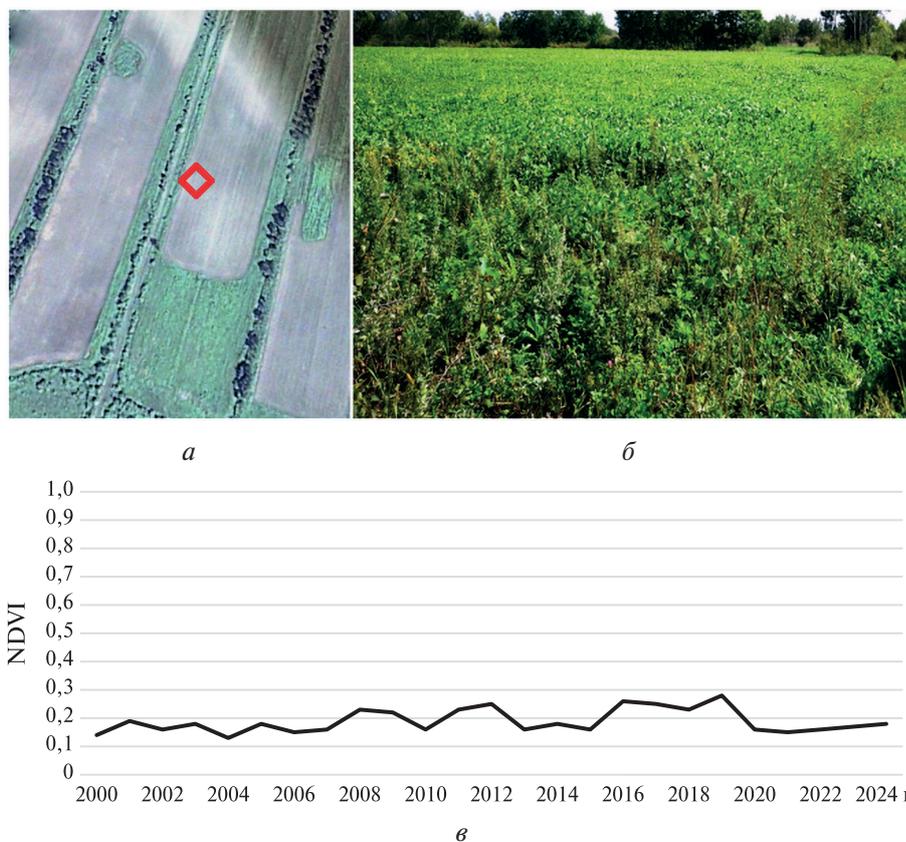


Рис. 4. Пашня: *а* — спутниковое изображение; *б* — натурное изображение, полученное в период полевого исследования; *в* — график динамики индекса NDVI. Источник спутникового изображения здесь и далее — Google Earth. Красным ромбом на спутниковом изображении здесь и далее отмечена точка проведения полевого исследования. Сроки спутниковой и наземной съёмок не совпадают

Среди всех точек пашня имеет наименьшие значения индекса NDVI с разбросом от 0,13 до 0,28. Данный участок находится в обороте уже более 20 лет с перерывами, что находит отражение в преимущественно низких значениях индекса NDVI.

Растительность на целинном лугу (рис. 5), расположенном за границами системы, представляет собой осоково-вейниковую ассоциацию.

Значения индекса NDVI и его амплитуда выше, чем на пашне, но не превышает 0,5.

На молодых залежах, вышедших из оборота 5 лет назад (рис. 6, см. с. 171), было выявлено 18 видов. В совокупности они представляют собой полынно-злаково-разнотравную ассоциацию. В большом количестве на залежи представлены сорно-рудеральные однолетние и многолетние травянистые растения.

До 2016 г. точка на пятилетней залежи демонстрировала рост показателя NDVI до момента, когда была повторно распахана (резкий спад с 0,33 до 0,14). С 2021 г. участок был вновь заброшен, после чего начал зарастать травянистой растительностью, в связи с чем значение индекса увеличилось с 0,14 до 0,26.

Растительный покров 10-летней залежи (рис. 7, см. с. 171) относится к полынно-злаково-разнотравной ассоциации.

Спад в значении показателя NDVI фиксируется на 10-летней залежи, когда исследуемый участок был распахан в 2013 г. (падение от 0,45 до 0,13). После нескольких лет эксплуатации произошло зарастание участка и увеличение значения индекса до 0,368, что свидетельствует о более густом зарастании по сравнению с 5-летней залежью.

На 15-летней залежи (рис. 8, см. с. 172) отмечена злаково-разнотравная ассоциация.

График динамики индекса NDVI демонстрирует колебательный рост, когда чередуются периоды снижения и увеличения индекса. С 2009 по 2014 г. значение индекса изменилось с 0,27 до 0,37, в следующий период (до 2016 г.) снизилось до 0,31, затем вновь восстановилось до 0,37. В 2022 г. оно уменьшилось до 0,3, а в 2024 г. составило 0,38. Отмечается слабое расхождение в значениях индекса по сравнению с 10-летней залежью.

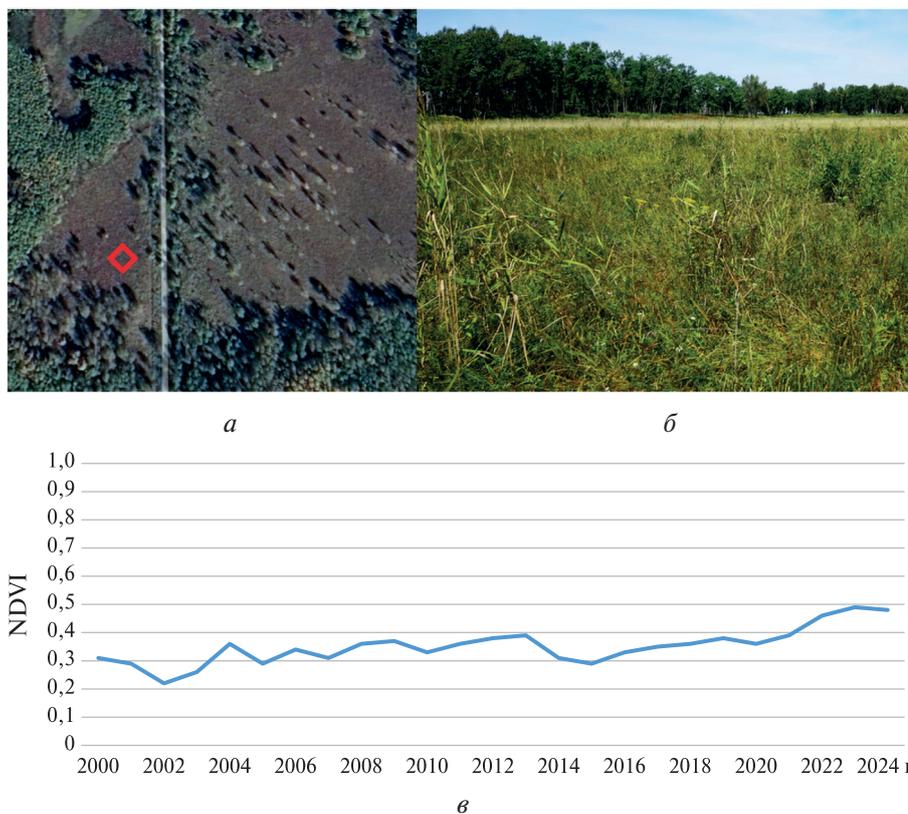


Рис. 5. Целинный луг: а — спутниковое изображение; б — натурное изображение, полученное в период полевого исследования; в — график динамики индекса NDVI

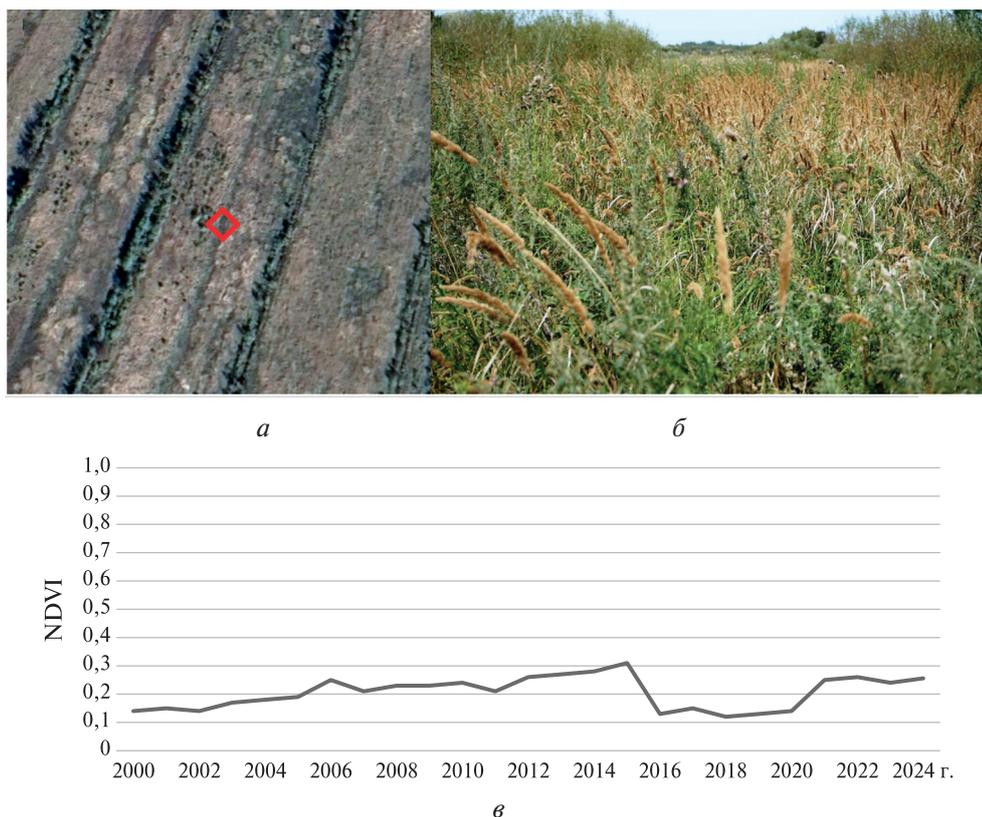


Рис. 6. Залежь 5 лет: *а* — спутниковое изображение; *б* — натурное изображение, полученное в период полевого исследования; *в* — график динамики индекса NDVI

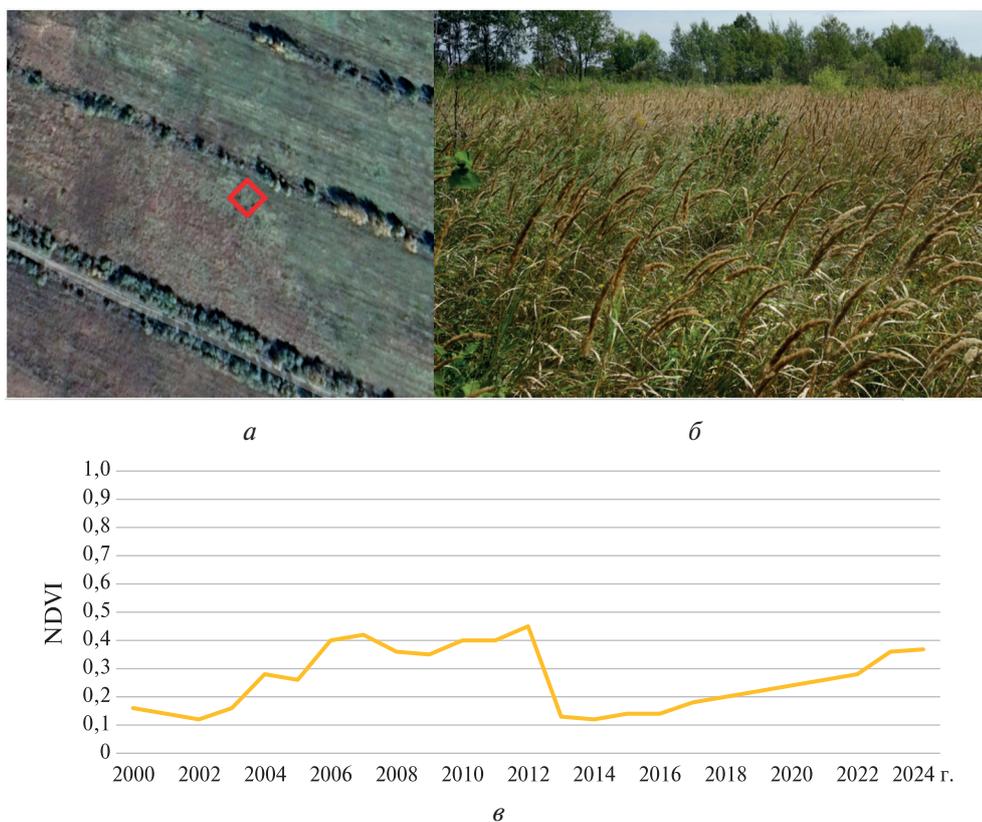


Рис. 7. Залежь 10 лет: *а* — спутниковое изображение; *б* — натурное изображение, полученное в период полевого исследования; *в* — график динамики индекса NDVI

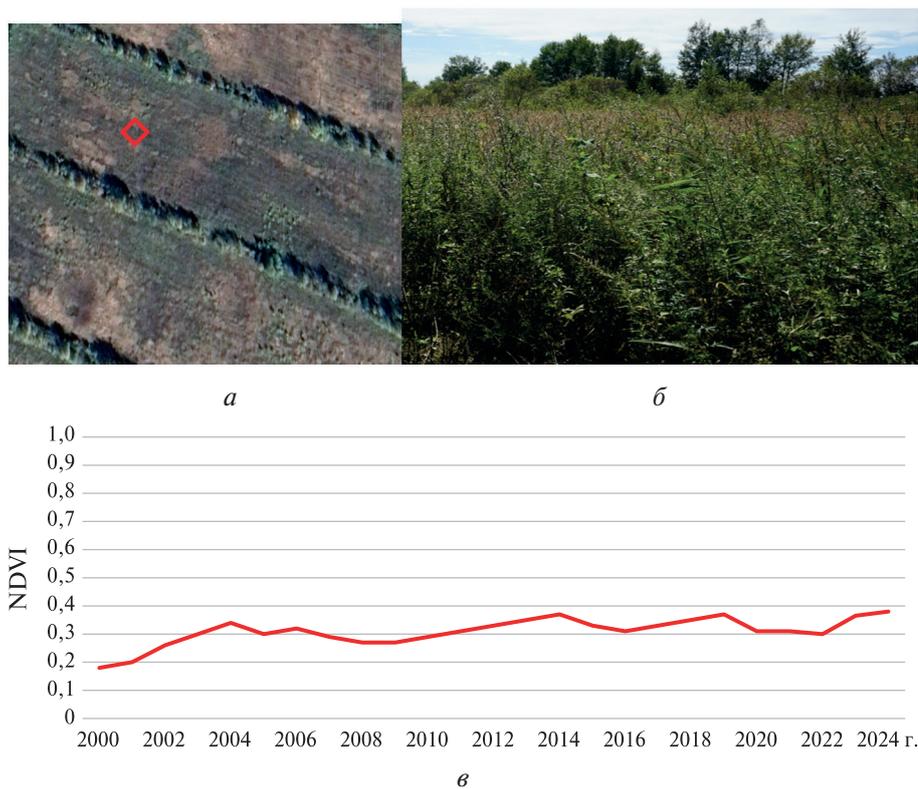


Рис. 8. Залежь 15 лет: *а* — спутниковое изображение; *б* — натурное изображение, полученное в период полевого исследования; *в* — график динамики индекса NDVI

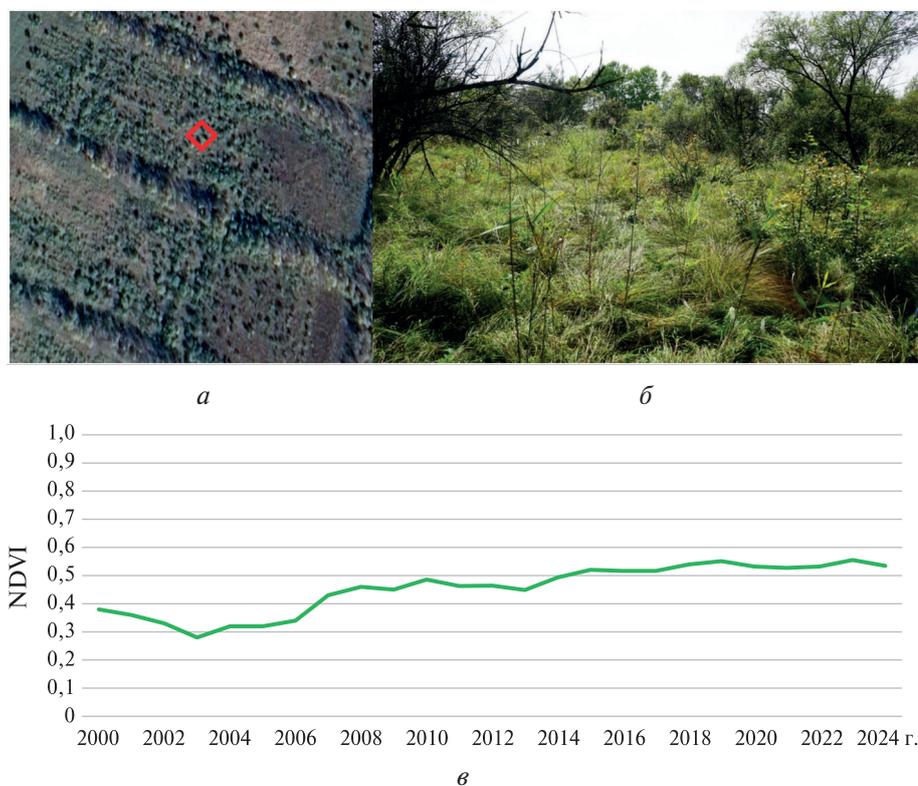


Рис. 9. Залежь 20 лет: *а* — спутниковое изображение; *б* — натурное изображение, полученное в период полевого исследования; *в* — график динамики индекса NDVI

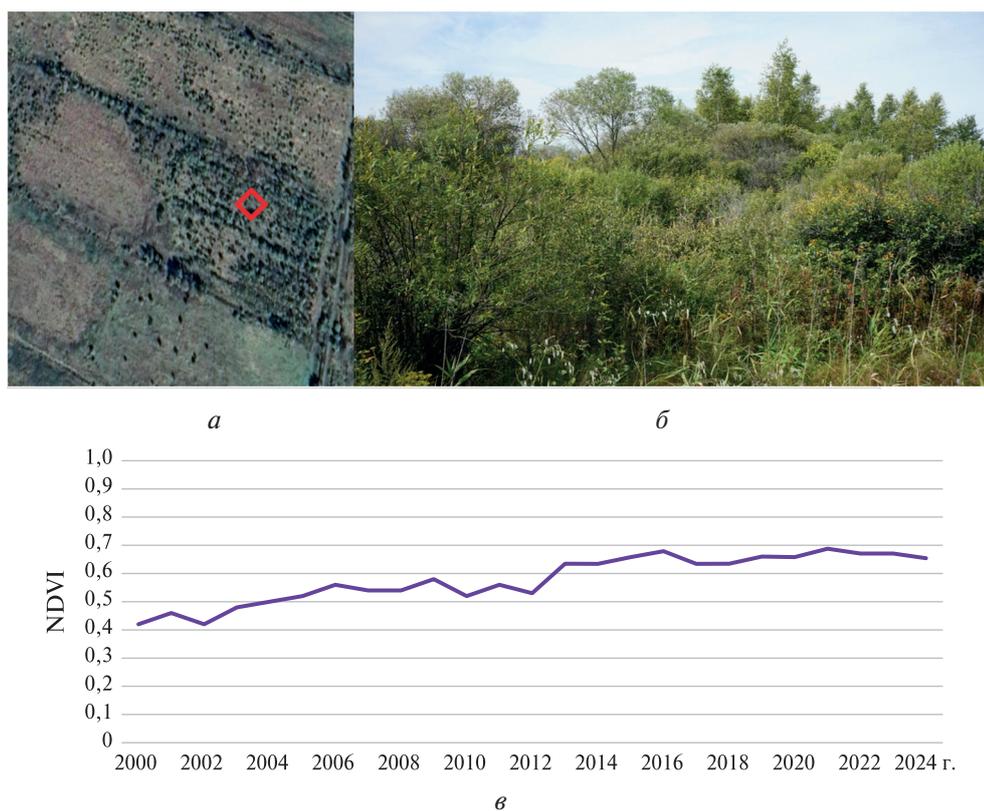


Рис. 10. Залежь более 20 лет: *а* — спутниковое изображение; *б* — натурное изображение, полученное в период полевого исследования; *в* — график динамики индекса NDVI

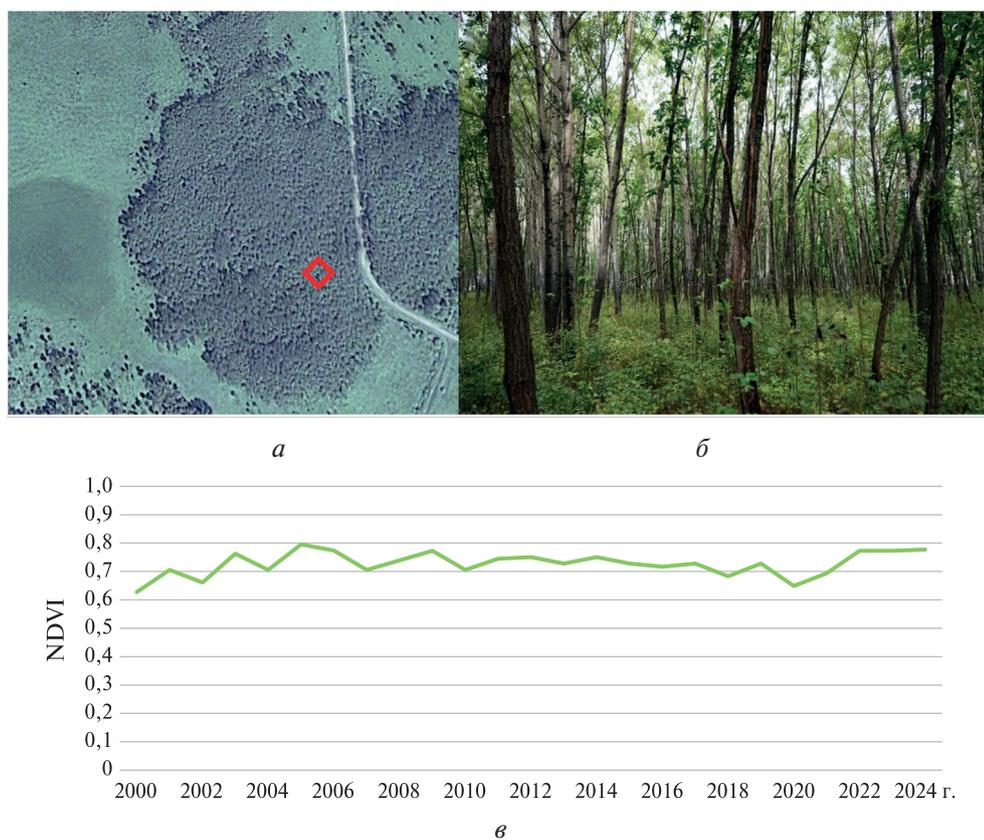


Рис. 11. Лес: *а* — спутниковое изображение; *б* — натурное изображение, полученное в период полевого исследования; *в* — график динамики индекса NDVI

Заметное разреживание травянистого покрова древесными видами происходит на 20-летней залежи (рис. 9, см. с. 172). Здесь сформировалась разнотравная ассоциация с включением представителей семейства ив.

Залежь 20 лет демонстрирует чёткий тренд на постепенное увеличение значений индекса NDVI с их заметным отличием от предыдущей точки.

Видовой состав залежи, не используемой в обороте более 20 лет (рис. 10, см. с. 173), частично обретает черты естественных ненарушенных угодий.

Залежь возрастом более 20 лет в своей динамике повторяет динамику 20-летней залежи с постепенным ростом значения индекса NDVI.

Естественная растительность в дубняке с примесью берёзы плосколистной (рис. 11, см. с. 173), находящемся за границами системы, насчитывает 30 видов. Присутствовали признаки пирогенного фактора, проявляющиеся в виде обгоревшей коры деревьев. Роль сорно-рудеральных видов здесь незначительна. Как правило, они произрастают разрозненно и встречаются у обочин дорог.

Участок леса отличается наибольшими значениями индекса, с максимальным — 0,79. Минимальное значение (0,65) зафиксировано во время пожара в 2020 г., после чего произошло восстановление растительности и увеличение индекса в среднем до 0,77.

Выводы

На основании полученных результатов в ходе исследования залежных земель мелиоративной системы «Надеждинская» определено, что после выведения из сельскохозяйственного оборота происходит их постепенное зарастание с изменением растительных ассоциаций, видового богатства и спектра жизненных форм. Кроме того, с увеличением возраста залежи возрастает значение индекса NDVI в начале летнего периода, что обусловлено увеличением густоты растительного покрова. Аналогичные выводы были получены и другими авторами, исследующими динамику растительного покрова на залежах в других регионах России (Сайб и др., 2020; Терехин, 2021; Трубников и др., 2024; Туктамышев и др., 2021).

Диагностирование залежей и их возраста является важной комплексной задачей, которая требует применения как геоинформационных технологий, так и традиционных полевых методов. Исследование показало, что метод визуального дешифрования космических снимков позволяет точно определить местоположение и возраст залежных земель, используя пространственно-временной анализ при обработке большой выборки снимков за многолетний период.

Значения индекса NDVI, получаемые для предпосевного периода, предоставляют достоверную информацию о длительности использования земель, позволяя чётко дифференцировать разновозрастные залежи, пашни и целинные участки.

Перспективы исследования заключаются в разработке индикационных признаков при работе с данными дистанционного зондирования Земли, которые дадут возможность определять тип землепользования для осушительных систем, расположенных в сходных экологических условиях. Кроме того, в связи с высокой трудоёмкостью выбранного подхода к определению залежных земель по спутниковым снимкам представляется перспективной и полезной для будущих исследований автоматизация этого процесса.

Исследование выполнено благодаря средствам гранта губернатора Еврейской автономной области молодым учёным на проведение исследований в рамках приоритетных направлений развития региона (Приказ № 338 от 25.08.2025).

Литература

1. *Горохова И. Н., Панкова Е. И., Шишконова Е. А.* Опыт использования космических снимков для составления карты землепользования орошаемых и залежных земель Светлоярской оросительной системы // Бюл. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. 2017. № 89. С. 68–89. DOI: 10.19047/0136-1694-2017-89-68-89.
2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году. М.: Росреестр, 2024. 181 с.
3. *Денисова А. Ю., Егорова А. А., Сергеев В. В., Кавеленова Л. М.* Выработка требований к мультиспектральным данным дистанционного зондирования Земли в задаче экспертизы зарастания пахотных земель древесно-кустарниковой растительностью // Компьютер. оптика. 2019. Т. 43. № 5. С. 846–856. DOI: 10.18287/2412-6179-2019-43-5-846-856.
4. *Домнина Е. А., Адамович Т. А., Тимонов А. С., Ашихмина Т. Я.* Мониторинг зарастания заброшенных земель сельскохозяйственного назначения по спутниковым снимкам высокого разрешения // Теорет. и приклад. экология. 2022. № 3. С. 82–89. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-082-089.
5. *Жучков Д. В., Аверин Д. Е.* Анализ изменения состава растительности на залежах разного возраста осушительной системы «Надеждинская» (Еврейская автономная область) // Регион. проблемы. 2025. Т. 28. № 1. С. 28–45. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-1-28-45.
6. «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 20.03.2025).
7. *Иваненко Н. В., Голов В. И., Кадоно А.* Экологическое состояние и использование земельных ресурсов Дальнего Востока России // Территория новых возможностей. Вестн. Владивостокского гос. ун-та. 2016. № 4(35). С. 166–175.
8. *Калитка Л. С., Евстратова Л. Г.* Мониторинг зарастания земель сельскохозяйственного назначения по космическим снимкам высокого и среднего пространственного разрешения // Международ. с.-х. журн. 2021. № 4. С. 7–9. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-4-7-9.
9. *Маринина О. А., Терехин Э. А., Кириленко Ж. А., Курлович Д. М., Ковальчик Н. В.* Особенности дистанционного выявления залежных участков и проблемы целевого использования земель сельскохозяйственного назначения // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. С. 535–342.
10. *Матюшкина Л. А., Калманова В. Б.* Гл. 6. Почвы // География Еврейской автономной области: общий обзор / отв. ред. Е. Я. Фрисман. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. С. 81–97.
11. *Медведев А. А., Тельнова Н. О., Кудиков А. В.* Дистанционный высокоразрешительный мониторинг динамики зарастания заброшенных сельскохозяйственных земель лесной растительностью // Вопросы лесной науки. 2019. Т. 2. № 3. С. 1–12. DOI: 10.31509/2658-607x-2019-2-3-1-12.
12. *Нечаева Т. В.* Залежные земли России: распространение, агроэкологическое состояние и перспективы использования (обзор) // Почвы и окружающая среда. 2023. Т. 6. № 2. Article e215. 32 с. <https://doi.org/10.31251/pos.vbi2.215>.
13. Постановление Правительства РФ от 18 сентября 2020 г. № 1482 «О признаках неиспользования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения по целевому назначению или использования с нарушением законодательства Российской Федерации».
14. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации».
15. *Сайб Е. А., Безбородова А. Н., Соловьев С. В. и др.* Выявление разновозрастных залежей на эрозивно-опасных территориях юга Западной Сибири с применением геоинформационных технологий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 4. С. 129–136. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-129-136.
16. *Стыценок Е. А.* Возможности распознавания сельскохозяйственных угодий с использованием методики совместной автоматизированной обработки разносезонных многозональных космических изображений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 5. С. 172–183. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-5-172-183.
17. *Терехин Э. А.* Особенности многолетней динамики вегетационного индекса залежных земель на территории Центрального Черноземья // Регион. геосистемы. 2021. Т. 45. № 4. С. 505–515. DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-4-505-515.
18. *Трубников Ю. Н., Дергунов А. В., Краснощеков К. В., Кузнецова А. С.* Диагностика залежных земель и агроценозов методами дистанционного зондирования земли и геоинформационных технологий // Вестн. КрасГАУ. 2024. № 5. С. 108–115. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-108-115.
19. *Туктамышев И. Р., Широких П. С., Муллагулов Р. Ю.* Об информативности спектральных каналов и NDVI спутника ДЗЗ Landsat 5 TM Landsat 7 ETM+ для оценки стадий зарастания леса

заброшенных сельскохозяйственных территорий // Экобиотех. 2021. Т. 4. № 3. С. 178–185. DOI: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-178-185.

20. Черепанов А. С., Дружинина Е. Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика. 2009. № 3. С. 28–32.

Determination of fallow lands age using satellite images as illustrated by the example of Nadezhdinskaya drainage system (Jewish Autonomous Region)

D. E. Averin, V. A. Zubarev

*Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS
Birobidzhan 679016, Russia
E-mails: danila.averin.2000@mail.ru, zubarev_1986@mail.ru*

Large areas of agricultural land in Russia fell out of use because of social and economic crisis in the 1990s. In May 14, 2021, Russian Government issued the Resolution No. 731 concerning a program for the development of the land reclamation complex. According to this program, fallow lands must be returned to agricultural use. However, this requires knowledge of the actual condition of such lands. The first stage of our study was to determine the location and age of fallow areas within the Nadezhdinskaya drainage system in the Jewish Autonomous Region. It was done using visual interpretation of open-access satellite images from the EarthExplorer website (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) in ArcMap 10.8. Then eight sample points were selected for arable land, fallow land and background plant communities and for each point, the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) dynamics at the beginning of summer in various years were plotted. The second stage of our study — field studies — was conducted in September 2024. For each trial point, a geobotanical description of vegetation was made. The final stage involved analysis of the dynamics of NDVI and plant community succession of fallow lands. The obtained data show that NDVI grows with fallow land age. The growth is associated with an increase in vegetation density and a change in species composition in the fallow areas.

Keywords: Middle Amur Lowland, arable land, fallow land, remote sensing of the Earth, NDVI, GIS technologies

Accepted: 24.10.2025

DOI: 10.21046/2070-7401-2026-23-1-166-177

References

1. Gorokhova I. N., Pankova E. I., Shishkonakova E. A., The experience of application of space images for creation of the land use map of irrigated lands and laylands of Svetloyarsk irrigation system, *Dokuchaev Soil Bull.*, 2017, No. 89, pp. 68–89 (in Russian), DOI: 10.19047/0136-1694-2017-89-68-89.
2. *Gosudarstvennyi (natsional'nyi) доклад o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiiskoi Federatsii v 2023 godu* (State (national) report on the state and use of lands in the Russian Federation in 2023), Moscow: Rosreestr, 2024, 181 p. (in Russian).
3. Denisova A. Y., Egorova A. A., Sergeev V. V., Kavelenova L. M., Requirements for multispectral remote sensing data used for the detection of arable land colonization by tree and shrubbery vegetation, *Computer Optics*, 2019, V. 43, No. 5, pp. 846–856 (in Russian), DOI: 10.18287/2412-6179-2019-43-5-846-856.
4. Domnina E. A., Adamovich T. A., Timonov A. S., Ashikhmina T. Ya., Monitoring of overgrowing of abandoned agricultural lands using high-resolution satellite images, *Theoretical and Applied Ecology*, 2022, No. 3, pp. 82–89 (in Russian), DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-082-089.
5. Zhuchkov D. V., Averin D. E., Analysis of changes in plant composition on fallowed lands of different age at the Nadezhdinskaya drainage system (Jewish Autonomous Region), *Regional'nye Problemy*, 2025, V. 28, No. 1, pp. 28–45 (in Russian), DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-1-28-45.

6. “Zemel’nyi kodeks Rossiiskoi Federatsii” (“Land Code of the Russian Federation”), Oct. 25, 2001, No. 136-FZ (in Russian).
7. Ivanenko N. V., Golov V. I., Kadono A., Ecological state of soil and land resources of the Russian Far East, *The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University*, 2016, No. 4 (35), pp. 166–175 (in Russian).
8. Kalitka L. S., Evstratova L. G., Monitoring of agricultural land overgrowth using space image with high and medium spatial resolution, *Intern. Agricultural J.*, 2021, No. 4, pp. 7–9 (in Russian), DOI: 10.24412/2587-6740-2021-4-7-9.
9. Marinina O. A., Terekhin E. A., Kirilenko Z. A., Kurlovich D. M., Kovalchik N. V., Characteristics remote detection fallow land trust and problems of agricultural land use, *Modern problems of science and education*, 2013, No. 5, pp. 535–342 (in Russian).
10. Matyushkina L. A., Kalmanova V. B., Ch. 6. Soils, In: *Geografiya Evreiskoi avtonomnoi oblasti: obshchii obzor* (Geography of the Jewish Autonomous Region: General overview), E. Y. Frisman (ed.), Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018, pp. 81–97 (in Russian).
11. Medvedev A. A., Telnova N. O., Kudikov A. V., Highly detailed remote sensing monitoring of tree overgrowth on abandoned agricultural lands, *Forest Science Issues*, 2019, V. 2, No. 3, pp. 1–12 (in Russian), DOI: 10.31509/2658-607x-2019-2-3-1-12.
12. Nechaeva T. V., Abandoned lands in Russia: distribution, agroecological status and perspective use (a review), *The J. Soils and Environment*, 2023, V. 6, No. 2, Article e215, 32 p. (in Russian), <https://doi.org/10.31251/pos.v6i2.215>.
13. *Postanovlenie Pravitel’stva RF “O priznakakh neispol’zovaniya zemel’nykh uchastkov iz zemel’ sel’skokhozyaistvennogo naznacheniya po tselovomu naznacheniyu ili ispol’zovaniya s narusheniem zakonodatel’stva Rossiiskoi Federatsii”* (Resolution of the Government of the Russian Federation “On signs of non-use of land plots from agricultural lands for their intended purpose or use in violation of the legislation of the Russian Federation”), Sep. 18, 2020, No. 1482 (in Russian).
14. *Postanovlenie Pravitel’stva RF “O Gosudarstvennoi programme ehffektivnogo вовлечения в оборот земел’ sel’skokhozyaistvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii”* (Resolution of the Government of the Russian Federation “On the State program for the effective involvement in the turnover of agricultural land and the development of the land reclamation complex of the Russian Federation”, May 14, 2021, No. 731 (in Russian).
15. Sajb E. A., Bezborodova A. N., Solov’ev S. V. et al., Identification of different age fallows on erosion-hazardous territories of the south of Western Siberia using geo-information technologies, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, V. 17, No. 4, pp. 129–136 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-129-136.
16. Stytsenko E. A., Evaluation of the possibilities to classify agricultural lands using multi-seasonal satellite data processing, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2017, V. 14, No. 5, pp. 172–183 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-5-172-183.
17. Terekhin E. A., Long-term dynamics of the vegetation index for abandoned farmlands in the Central Chernozem Region of Russia, *Regional geosystems*, 2021, V. 45, No. 4, pp. 505–515 (in Russian), DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-4-505-515.
18. Trubnikov Y. N., Dergunov A. V., Krasnoshchekov K. V., Kuznecova A. S., Fallow land and agrocenosis diagnostics by remote sensing of the Earth methods and geoinformation technology, *Bull. KrasSAU*, 2024, No. 5, pp. 108–115 (in Russian), DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-108-115.
19. Tuktamyshev I. R., Shirokikh P. S., Mullagulov R. Y., On the information content of spectral channels and NDVI of the Landsat 5 TM Landsat 7 ETM+ remote sensing satellite for assessing the stages of forest overgrowth of abandoned agricultural lands, *Ecobiotech J.*, 2021, V. 4, No. 3, pp. 178–185 (in Russian), DOI: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-178-185.
20. Cherepanov A. S., Druzhinina E. G., Spectral properties of vegetation and vegetation indexes, *Geomatics*, 2009, No. 3, pp. 28–32 (in Russian).