

Оригинальная статья
<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-2-111-116>
УДК 631.92:502/504



ЛАНДШАФТНАЯ ИНДИКАЦИЯ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Ю.С. Черятова ✉, А.Ф. Джафарова, А.И. Греско

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются актуальность и значимость изучения управления ландшафтами в целях повышения сохранения биоразнообразия и экологически устойчивого использования природных ресурсов. Показана необходимость разработки современных методов мониторинга природной среды посредством ландшафтной индикации. Цель исследований – разработка методологических основ ландшафтной индикации, выделение ее типов и уровней. В результате проведенных исследований определены и охарактеризованы предметный, номологический и модельный типы ландшафтной индикации. На основе системного анализа выделены следующие уровни ландшафтной индикации: оценочный, прогнозный, результирующий, интеграционный. Показано, что ландшафтная индикация может выступать в качестве базового метода оценки природной территории по степени благоприятствования для проведения различных хозяйственных работ. Для решения всего спектра задач отраслевого развития народного хозяйства в ландшафтно-индикационных исследованиях необходимо руководствоваться принципами целостности, комплексности и системности.

Ключевые слова: ландшафтная индикация, природопользование, природные ресурсы, охрана природной среды, экология

Формат цитирования: Черятова Ю.С., Джафарова А.Ф., Греско А.И. Ландшафтная индикация в решении задач природопользования // Природообустройство. 2024. № 2. С. 111-116. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-2-111-116>

Original article

LANDSCAPE INDICATION IN SOLVING THE PROBLEMS OF NATURE MANAGEMENT

Yu.S. Cheryatova ✉, A.F. Jafarova, A.I. Gresko

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 127434, Moscow, Timiryazevskaya str. 49, Russia

Abstract. The paper discusses the relevance and importance of studying landscape management in order to increase the conservation of biodiversity and the environmentally sustainable use of natural resources. The necessity of developing modern methods of monitoring the natural environment by means of landscape indication is shown. The purpose of the research is to develop the methodological foundations of landscape indication, to identify its types and levels. As a result of the research carried out, the subject, nomological and model types of landscape indication were determined and characterized. On the basis of system analysis, the following levels of landscape indication have been identified: evaluative, predictive, resulting, and integration. It is shown that landscape indication can act as a basic method for assessing a natural area according to the degree of favorable conditions for various economic activities. To solve the entire spectrum of tasks of the sectoral development of the national economy in landscape-indicative studies, it is necessary to be guided by the principles of integrity, complexity and consistency.

Keywords: landscape indication, nature management, natural resources, environmental protection, ecology

Format of citation: Cheryatova Yu.S., Jafarova A.F., Gresko A.I. Landscape indication in solving the problems of nature management // Prirodoobustrojstvo. 2024. No 2. P. 111-116. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-2-111-116>

Введение. Управление ландшафтами в целях биологического сохранения и экологически устойчивого использования природных ресурсов является важнейшей глобальной проблемой [1, 2]. Ландшафтная индикация представляет собой совокупность методов оценки

состояния природно-территориальных комплексов, отдельных их компонентов и протекающих в них процессах по легкодоступным для непосредственного наблюдения компонентам или аэрофотоснимкам. Благодаря ландшафтной индикации можно определить геологические, гидрогеологические, гидрологические, почвенные и климатические условия, а также последствия хозяйственной деятельности человека по внешнему облику ландшафта, по отдельным его составляющим, его компонентам и входящим в них элементам (растениям, формам рельефа и т.д.).

Идеи ландшафтной индикации и ее методы к настоящему времени проникли во все области знаний о Земле. Оперативность и достоверность ландшафтной индикации выдвинули ее в число научных методов, обеспечивающих современную фазу научно-технического прогресса в вопросах регистрации, прогнозирования, оценки качества природной среды, индикации условий жизни населения. Объективная реальность наших дней – консолидация ландшафтного анализа, ландшафтной индикации, дешифрования аэро- и космоснимков.

История становления и развития ландшафтной индикации, ее современное состояние показывают, что ландшафтно-индикационные оценки и прогнозы являются необходимой и надежной основой развития скоростных методов комплексного изучения и картографирования природной среды и естественных ресурсов. Ландшафтно-индикационные исследования в настоящее время приобрели ряд особенностей, возникновение которых обусловлено как общей направленностью развития науки, так и запросами народного хозяйства.

Одной из важнейших черт ландшафтной индикации является то, что она стала необходимым и существенным звеном в большей части дистанционных исследований. В работах последних лет обосновывается необходимость выявления новых типов индикационных связей и индикаторов, отражающих появление объектов индикации, обусловленных антропогенной трансформацией природы, развитием и совершенствованием природопользования, разработкой мер по охране природной среды, оптимизации функционирования геотехнических систем [3-6]. Наряду с типологическим картографированием повысилось внимание ученых к индикационному районированию, при котором на основании географических особенностей распространения индикаторов и обобщения типологических индикационных карт выделяются региональные таксоны, характеризующие определенные условия распространения объектов индикации [7].

Большое значение в настоящее время имеет также изучение индикационных связей, их зависимости от суммы экологических и географических факторов [8, 9].

Таким образом, специфика ландшафтной индикации заключается в том, что имея в целом прикладную направленность, она опирается на накопленную солидную теоретико-методическую базу.

Одной из теоретических задач ландшафтной индикации является изучение методов индикации при интенсивном хозяйственном использовании природных ресурсов с целью оптимизации разработки мероприятий по рациональному их использованию и охране. Поэтому целью работы стали разработка методологических основ ландшафтной индикации, выделение ее типов и уровней. Унификация понятийного аппарата ландшафтной индикации будет также способствовать разработке и усовершенствованию методов ландшафтной индикации.

Цель исследований: разработка методологических основ ландшафтной индикации, выделение ее типов и уровней.

Материалы и методы исследований. В качестве материала исследований использовали методические разработки и научную литературу в области информатизации ландшафтной индикации. Объектом исследований послужили индикаторы природных ресурсов ландшафтной индикации. Методическую основу работы составлял сравнительный и системный анализ индикационных связей объектов индикации.

Результаты и их обсуждение. Ландшафтные изменения можно анализировать с помощью многих качественных и количественных методов. В этом отношении важность информации о земном покрове вытекает из того факта, что любое изменение в составе и/или конфигурации земного покрова может использоваться в качестве экологического индикатора на уровне ландшафта. Поэтому правильное понимание пространственных и временных характеристик этого атрибута окружающей среды имеет жизненно важное значение, поскольку оно позволяет специалистам, принимающим решения, выявлять причины экологических проблем и справляться с последствиями неэффективного управления [10].

Структурно-функциональному и методологическому сближению различных направлений ландшафтной индикации способствуют формализация представлений на уровне семантики и анализ аппарата понятий, терминов, дефиниций. Совершенно очевидно, что центром, вокруг которого формируется понятийная система,

служат разработанные в последние годы базисные понятия ландшафтной индикации. При этом возможными являются установление новых связей между давно сложившимися понятиями и дополнение их новым содержанием, что не противоречит принципам создания и упорядочения терминологии и способствует созданию целой понятийной системы.

Интегративные свойства индикации являются объективным условием ее перехода на более высокий уровень теоретико-практической деятельности. Важнейшим основанием этого является применение экстраполяции, которая проявляется в таких формах, как перенос знания из одной предметной области действительности в другую, от части объекта на весь объект при отсутствии или трудоемкости средств ее непосредственного познания и наличии оснований для переноса.

Особенность современного этапа развития индикации заключается во вхождении ее в такие специфичные методы географических исследований, как ландшафтное картографирование, моделирование, натурный эксперимент, прогноз природно-антропогенных процессов и явлений [11-13]. При этом имеет место переход от геоиндикации (изучение геологического строения, подземных вод, рельефа, почв, отдельных типов лугов, болот, агроландшафтов) к ландшафтной индикации, которая определяется чаще всего как вид комплексной индикации, включающей в себя индикацию не только межкомпонентную, но и комплексную, оперирующую внешним облаком ландшафтных систем типа фаций, урочищ, местностей и их сочетаниями. При таком подходе ландшафт выступает и как объект исследования (анализ структур и ландшафтно-формирующих процессов), и как инструмент исследования, индикатор состояния среды и воздействующих на природу хозяйственных структур.

Уточнение и унификация понятийного аппарата ландшафтной индикации требуют однозначного толкования базовых терминов. К их числу относится понятие «ландшафтный индикатор», который на первом этапе включал в себя виды растений, животных, их сообщества, формы рельефа, другие элементы природно-территориального комплекса (ПТК), характеризующие своими свойствами определенные процессы в ландшафте и позволяющие судить о его состоянии без проведения специальных исследований.

На современном этапе изучения следует использовать комплексные ландшафтные индикаторы: закономерные сочетания определенных форм рельефа и растительного покрова ПТК разного уровня сложности и их сочетаний,

повторяемость, встречаемость в определенных границах. В роли индикаторов учеными все шире используются физические явления, химические вещества, организмы, иницируются поведение, потенциальные достоинства, физические условия, характерные изменения свойств среды [14-17]. Однако принципиальная основа индикационных исследований, несмотря на изменения объема уровня индикатора, остается неизменной – это установление связи в системе «Индикатор-объект индикации» на любом этапе познания: от эмпирической констатации связи до физических механизмов ее реализации.

В настоящее время индикаторы подразделяются на частные и комплексные, включающие в себя экологические связи растительности и ландшафтно-генетические ряды. Принципиальное значение имеет развитие представлений об уровнях индикаторов ландшафтно-индикационных исследований – в частности, при оценке природных условий, которая все больше обретает черты ландшафтной индикации.

Суть метода ландшафтной индикации в его приложении к познанию взаимосвязанных объектов природы, хозяйства заключается прежде всего в распространении знания о части объекта или его структурного элемента на весь объект природопользования. При этом необходимо учитывать единство и экстраполятивность системы естественно-научного знания, реализуемого в комплексных программах и разрабатываемых проектах. Основаниями для такого переноса являются возможности расширения границ применимости метода и распространения его на такие научно-познавательные процессы, как:

- ландшафтно-индикационная интерпретация всей полученной в процессе создания Генсхемы (или проекта) территориальной комплексной схемы охраны природы (ТерКСОП) информации с учетом выявленного структурного и функционального сходства геосистем, их геометрического (топологического) подобия и т.д.;

- создание на единой ландшафтной основе отраслевых тематических карт, оформление их взаимосвязанной и пространственно-сопоставимой серии;

- создание схемы комплексного природного районирования, согласованных схем отраслевого разграничения и увязанной с ними схемы природно-хозяйственного зонирования, в чем проявляется интегративная функция ландшафтной индикации;

- разработка на основе ландшафтно-экологической концепции рационального природопользования и охраны естественных ресурсов всей системы проектных документов;

- осуществление на основе ландшафтной индикации поиска предметных причинных связей, в том числе прямых, опосредованных, косвенных (засоление – нормы орошения, плотность населения – затраты на озеленение, размещение животноводческих комплексов – качество воды в водоемах, показатели залесенности – возможности рекреации).

В обширной и разноплановой методике ландшафтной индикации в настоящее время можно выделить несколько ее типов. Предметный тип предполагает расширение предметной области ландшафтной индикации на уровне научного познания. Это относится к индикации и свойств объектов, и процессов, происходящих в обширном классе природно-хозяйственных (природно-технических) элементов, территориальных формирований, геотехнических систем, инфраструктурных, водохозяйственных, горно-геотехнических, водно- и лесомелиоративных, агрокультурных и др. Объектами индикации становятся все антропогенные в широком смысле ландшафты, а происходящие в них многообразные изменения, процессы сводятся к нескольким основным типам, четко увязанным с определенными классами природно-хозяйственных систем и типами воздействия.

Номологический тип ландшафтной индикации связан с экстраполяцией данных метода с учетом характерных параметров и особенностей каждого вида индикации, число которых достаточно велико. Формирование индикации природопользования основывается на знании механизма интеграции природных, социальных, технических систем и отражает сложное и противоречивое взаимодействие, взаимовлияние природного базиса хозяйствования и закономерностей региональной экономики. Ландшафтная индикация отражает при этом существование двух механизмов экстраполяции:

1. параметризации, представляющей собой поиск специфических нормативов, новых дополнительных условий (например, антропогенных процессов), типов и норм технических воздействий, технологии, форм регулирования и управления;

2. физикализации, то есть объяснения всех индуцируемых антропогенных явлений (засоление, загрязнение, ксерофитизация, подтопление, эрозия и т.д.) на основе универсальных физических и химических процессов, прежде всего – обмена веществом и энергией.

Модельный тип ландшафтной индикации – синтетический тип, используемый при переносе информации с модели на оригинал

с учетом физических условий подобию. Виды модельной индикации основаны на наличии структурного сходства между рассматриваемыми объектами природопользования, но зависят как от близости ландшафтных структур, так и от сходства техногенного воздействия, трансформирующего первичную природную основу. При этом вступает в силу необходимость выявления и конкретизации хозяйственно значимых свойств объектов. Важнейшие экологические принципы хозяйствования – соответствия (природно-антропогенной совместимости) и рационального ограничения (для сохранения устойчивости функционирования) – выступают как регулятивные. Модельный тип ландшафтной индикации природопользования необходим в качестве средства научного обоснования при создании схем типа «Поляризованная биосфера», «Культурный ландшафт» и т.д., а в конкретных проектах – на уровне проектных предложений по оптимизации хозяйствования выявленных природно-хозяйственных зон.

Выводы

Ландшафтная индикация природопользования как важная сторона научного познания регионов должна логично подразделяться на несколько уровней:

1. оценочный, определяющий такие показатели, как качество среды, нормирование хозяйственных нагрузок, устойчивость геосистем, адаптивность, оптимальность функционирования и т.д.;

2. прогнозный, оценивающий состояние объектов при реализации конкретных проектов природопользования;

3. результирующий – отражающий корректность наших усилий, правильность выбора тактики природопользования;

4. интеграционный – обеспечивающий суммарную оценку хозяйственной деятельности и выбор стратегии природопользования.

Таким образом, в приложении к теории рационального природопользования ландшафтная индикация имеет более опосредованный характер, отражая вероятность развития определенных процессов, выступающих как условия хозяйствования, позволяющих прогнозировать предпосылки значительных изменений в природе. Понимание того, как характеристики ландшафта влияют на модели биоразнообразия и экологические процессы в локальном и ландшафтном масштабах, будет иметь решающее значение для смягчения последствий глобального изменения окружающей среды.

Список использованных источников

1. Kristensen L.S., Thenail C., Kristensen S.P. Landscape changes in agrarian landscapes in the 1990s: the interaction between farmers and the farmed landscape. A case study from Jutland, Denmark // *Journal of Environmental Management*. 2004. Vol. 71 (3). Pp. 231-244. DOI: 10.1016/j.jenvman.2004.03.003.
2. Liu Y., Li T., Zhao W. Landscape functional zoning at a county level based on ecosystem services bundle: Methods comparison and management indication // *Journal of Environmental Management*. 2019. Vol. 249. P. 109315. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109315.
3. Алахвердиев Ф.Д., Гайрабеков У.Т., Абумуслимов А.А. Некоторые аспекты оценки ПТК в горах с использованием методов ландшафтной индикации // *Вестник Академии наук Чеченской Республики*. 2008. № 2-1 (9). С. 77-82.
4. Betts M.G., Forbes G.J., Diamond A.W. Thresholds in songbird occurrence in relation to landscape structure // *Conservation Biology*. 2007. Vol. 21 (4). Pp. 1046-1058. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2007.00723.x.
5. Lindenmayer D., Hobbs R.J., Montague-Drake R. A checklist for ecological management of landscapes for conservation // *Ecology Letters*. 2008. Vol. 11 (1). Pp. 78-91. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2007.01114.x.
6. Mörtberg U.M., Balfors B., Knol W.C. Landscape ecological assessment: a tool for integrating biodiversity issues in strategic environmental assessment and planning // *Journal of Environmental Management*. 2007. Vol. 82 (4). Pp. 457-470. DOI: 10.1016/j.jenvman.2006.01.005.
7. Ovaskainen O., Sato K., Bascompte J. Metapopulation models for extinction threshold in spatially correlated landscapes // *Journal of Theoretical Biology*. 2002. Vol. 215 (1). Pp. 95-108. DOI: 10.1006/jtbi.2001.2502.
8. Tschardt T., Tylianakis J.M., Rand T.A. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes – eight hypotheses // *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 2012. Vol. 87 (3). Pp. 661-685. DOI: 10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x.
9. With K.A. Assessing the risk of invasive spread in fragmented landscapes // *Risk Analysis*. 2004. Vol. 24 (4). Pp. 803-815. DOI: 10.1111/j.0272-4332.2004.00480.x.
10. Alphan H. Analysis of landscape changes as an indicator for environmental monitoring // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2017. Vol. 189 (1). P. 24. DOI: 10.1007/s10661-016-5748-7.
11. Макаров В.З., Пичугина Н.В., Данилов В.А. Ландшафтное картографирование: учебное пособие. Саратов: СГУ имени Н.Г. Чернышевского, 2013. 100 с.
12. Cheryatova Yu.S., Yembaturova E.Yu. Transgenic plants – a threat to local flora? // *Ecological Genetics*. 2022. Vol. 20. Pp. 54-55. DOI: 10.17816/ecogen112372.
13. Gonzalez A., Rayfield B., Lindo Z. The disentangled bank: how loss of habitat fragments and disassembles ecological networks // *American Journal of Botany*. 2011. Vol. 98 (3). Pp. 503-516. DOI: 10.3732/ajb.1000424.
14. Черятова Ю.С. Экзогенные секреторные структуры цветковых растений // *Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития*. Петрозаводск: «Новая наука», 2022. С. 139-155.
15. Cheryatova Yu.S. Actual aspects of anatomical research of medicinal plant material of *Vinca minor* L. // IOP Conference series: Earth and Environmental science: Agriculture, field cultivation, animal husbandry, forestry

References

1. Kristensen L.S., Thenail C., Kristensen S.P. Landscape changes in agrarian landscapes in the 1990s: the interaction between farmers and the farmed landscape. A case study from Jutland, Denmark // *Journal of Environmental Management*. 2004. Vol. 71(3). P. 231-244. – DOI 10.1016/j.jenvman.2004.03.003.
2. Liu Y., Li T., Zhao W. Landscape functional zoning at a county level based on ecosystem services bundle: Methods comparison and management indication // *Journal of Environmental Management*. 2019. Vol. 249. P. 109315. – DOI 10.1016/j.jenvman.2019.109315.
3. Alakhverdiev F.D., Gairabekov U.T., Abumuslimov A.A. Some aspects of assessing the PTK in the mountains using landscape indication methods // *Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic*. 2008. № 2-1(9). P. 77-82.
4. Betts M.G., Forbes G.J., Diamond A.W. Thresholds in songbird occurrence in relation to landscape structure // *Conservation Biology*. 2007. Vol. 21(4). P. 1046-1058. – DOI 10.1111/j.1523-1739.2007.00723.x.
5. Lindenmayer D., Hobbs R.J., Montague-Drake R. A checklist for ecological management of landscapes for conservation // *Ecology Letters*. 2008. Vol. 11(1). P. 78-91. – DOI 10.1111/j.1461-0248.2007.01114.x.
6. Mörtberg U.M., Balfors B., Knol W.C. Landscape ecological assessment: a tool for integrating biodiversity issues in strategic environmental assessment and planning // *Journal of Environmental Management*. 2007. Vol. 82(4). P. 457-470. – DOI 10.1016/j.jenvman.2006.01.005.
7. Ovaskainen O., Sato K., Bascompte J. Metapopulation models for extinction threshold in spatially correlated landscapes // *Journal of Theoretical Biology*. 2002. Vol. 215(1). P. 95-108. – DOI 10.1006/jtbi.2001.2502.
8. Tschardt T., Tylianakis J.M., Rand T.A. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes – eight hypotheses // *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 2012. Vol. 87(3). P. 661-685. – DOI 10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x.
9. With K.A. Assessing the risk of invasive spread in fragmented landscapes // *Risk Analysis*. 2004. Vol. 24(4). P. 803-815. – DOI 10.1111/j.0272-4332.2004.00480.x.
10. Alphan H. Analysis of landscape changes as an indicator for environmental monitoring // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2017. Vol. 189(1). P. 24. – DOI 10.1007/s10661-016-5748-7.
11. Makarov V.Z., Pichugina N.V., Danilov V.A. Landscape mapping. Saratov: Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, 2013. 100 p.
12. Cheryatova Yu.S., Yembaturova E.Yu. Transgenic plants – a threat to local flora? // *Ecological Genetics*. 2022. Vol. 20. P. 54-55. – DOI 10.17816/ecogen112372.
13. Gonzalez A., Rayfield B., Lindo Z. The disentangled bank: how loss of habitat fragments and disassembles ecological networks // *American Journal of Botany*. 2011. Vol. 98(3). P. 503-516. – DOI 10.3732/ajb.1000424.
14. Cheryatova Yu.S. Exogenous secretory structures of flowering plants // *Fundamental and applied science: state and development trends*. Petrozavodsk: "New Science", 2022. P. 139-155.
15. Cheryatova Yu.S. Actual aspects of anatomical research of medicinal plant material of *Vinca minor* L. // IOP Conference series: Earth and Environmental science: Agriculture, field cultivation, animal husbandry, forestry

and agricultural products. 2021. Vol. 723. P. 022036. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022036.

16. Ewers R.M., Didham R.K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation // Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society. 2006. Vol. 81 (1). Pp. 117-142. DOI: 10.1017/S1464793105006949.

17. Mony C., Vandenkoornhuysen P., Bohannan B.J.M. A Landscape of Opportunities for Microbial Ecology Research // Frontiers in Microbiology. 2020. Vol. 11. P. 561427. DOI: 10.3389/fmicb.2020.561427.

Об авторах

Юлия Сергеевна Черятова, канд. биол. наук, доцент, ORCID0000-0001-5614-2225; u.cheryatova@rgau-msha.ru

Алия Фаридовна Джафарова, студент; alija.df@yandex.ru

Алиса Ильинична Греско, студент; ghriesko@bk.ru

Критерии авторства

Черятова Ю.С., Джафарова А.Ф., Греско А.И. Выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors state that there are no conflicts of interests.

Вклад авторов

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 22.12.2023

Поступила после рецензирования / Received after peer review 20.02.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 20.02.2024

and agricultural products. 2021. Vol. 723. P. 022036. – DOI 10.1088/1755-1315/723/2/022036.

16. Ewers R.M., Didham R.K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation // Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society. 2006. Vol. 81(1). P. 117-142. – DOI 10.1017/S1464793105006949.

17. Mony C., Vandenkoornhuysen P., Bohannan B.J.M. A Landscape of Opportunities for Microbial Ecology Research // Frontiers in Microbiology. 2020. Vol. 11. P. 561427. – DOI 10.3389/fmicb.2020.561427.

Author information

Yulia S. Cheryatova, Csc (Bio), associate professor, ORCID0000-0001-5614-2225; u.cheryatova@rgau-msha.ru

Aliya F. Jafarova, student; alija.df@yandex.ru

Alisa I. Gresko, student; ghriesko@bk.ru

Cheryatova Yu.S., Jafarova A.F., Gresko A.I. conducted theoretical research, based on which they summarized the results and wrote the manuscript. They have the copyright for the article and are responsible for the plagiarism.