

УДК 911.52

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ  
СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТОВ  
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕГИОНАЛЬНОГО  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

**Е.Р. Хохлова, Л.П. Богданова, А.А. Дорофеев**

Тверской государственный университет

Рассмотрены методические приемы картографирования современного состояния ландшафтов для целей регионального экологического мониторинга. Современное состояние ПТК оценивалось с двух позиций: измененности со времени вовлечения в интенсивное использование человеком до последней смены и современной антропогенной нагрузки, которая со времени последней смены вызвала в ландшафте новые изменения. Современная антропогенная измененность ландшафтов позволяет выявить роль антропогенной составляющей в цепи сменяющих друг друга ПТК. Современные антропогенные нагрузки дают возможность прогнозировать дальнейшее развитие ландшафтов. Составлены карты антропогенной измененности ландшафтов и современных антропогенных нагрузок на ландшафты Верхневолжья.

***Ключевые слова:** современное состояние ландшафтов, антропогенное воздействие, картографирование, антропогенная измененность, антропогенные нагрузки, региональный экологический мониторинг.*

Возрастающий уровень антропогенного воздействия на природную среду приводит к негативным, а иногда и необратимым изменениям природно-территориальных комплексов (ПТК), снижению их устойчивости, видового разнообразия, продуктивности, эстетической и социальной значимости. В индустриально развитых регионах России эта проблема из локальной переросла в региональную с опасностью возникновения глобальных эффектов. В свою очередь, изменение состояния ПТК является фактором, оказывающим непосредственное влияние на темпы дальнейшего социально-экономического развития региона.

Таким образом, современное состояние ландшафтов может выступать предметом исследования для решения нескольких важнейших задач: а) оценки региональной экологической ситуации; б) управления природопользованием в регионе; в) разработки экологически обусловленной региональной социально-экономической политики (региональной экологической политики); г) организации комплексного экологического мониторинга.

В условиях все увеличивающихся информационных потоков о состоянии ПТК, значительного усложнения теоретических и методологических проблем, требующих пространственного решения, возрастает роль картографирования. Высокая информативная емкость картографических материалов, достигаемая за счет совершенствования картографической знаковой системы, наглядность и доступность карт для непосредственного восприятия, пространственного анализа и обобщения делают картографический метод незаменимым в научных и прикладных исследованиях.

Природный территориальный комплекс – чрезвычайно сложный объект, обладающий множеством специфических качеств. В настоящее время ПТК рассматриваются как целостные, динамические, пространственно-временные открытые системы, обладающие структурой. Развиваясь, ПТК испытывают непрерывные качественные изменения разной глубины, которые обусловлены как его саморазвитием, так и постоянно меняющимися условиями внешней среды, в том числе и антропогенно обусловленными. Воздействие на ландшафты внутренних и внешних факторов вызывают смену внутригодовых и многолетних состояний, а также смену одних ПТК другими.

Антропогенное воздействие не отменяет природных закономерностей развития, а накладывается на них, существенно модифицируя свойства ПТК. Антропогенные факторы вызывают наступление антропогенно-природных состояний, а также антропогенных неполных смен (полные антропогенные смены пока человеку не подвластны) [1]. Многие ПТК со времени появления человека испытали уже не одну, а несколько антропогенных смен. Современная антропогенная нагрузка на ПТК в ряде мест такова, что она непременно приведет к очередной (или очередным) смене (сменам) ПТК. Причем смены ПТК, происходившие на одной территории, вызывались, как правило, разными причинами.

По этим причинам при оценке современного состояния ПТК следует различать антропогенную измененность, связанную с наступлением смены одних ПТК другими, и антропогенные нагрузки на ландшафт, которые со временем обязательно приведут к новой смене ПТК, но пока вызывают лишь некоторые (со времени последней смены) изменения во всех компонентах и морфологических частях ПТК [1]. Иными словами, оценка современной измененности производится по отношению к последней смене ПТК, а не к тому ПТК, который существовал в данном месте до появления человека, поскольку со времени появления человека до наших дней произошли многие, весьма существенные смены ПТК, вызванные природными причинами, особенно изменениями климата[2].

Таким образом, картографирование современного состояния ландшафтов состоит из двух частей: 1) изучения и оценки антропогенной измененности ландшафтов; 2) изучения и оценки современной антропогенной нагрузки на ПТК.

Для составления карт современного состояния ПТК необходимо располагать следующими картографическими и аэрокосмическими материалами: топографическими картами (используются для составления специальной картографической основы для ландшафтной карты и карт современного состояния ландшафтов; аэрофотоснимками средних и мелких масштабов, а также космическими фотоснимками крупных масштабов (первые необходимы для уточнения границ и свойств ПТК, характера использования земель; вторые – применяются, главным образом, для уточнения характера современного использования земель).

Кроме картографических и аэрокосмических материалов для изучения и картографирования современного состояния ландшафтов необходимо располагать сведениями о ландшафтной структуре территории, о ее антропогенной измененности и современных антропогенных нагрузках.

Ландшафтная структура территории определяется с помощью ландшафтных карт соответственного масштаба. Если таких карт нет, то они составляются на основе традиционных методик с использованием материалов полевых исследований, аэро- и космических фотоснимков. Ландшафтная карта должна содержать сведения о границах ПТК и основных свойствах их морфологических единиц [2].

Черты антропогенной измененности можно определить в результате полевого изучения ПТК, с учетом их использования под разные угодья (пашни, лес, пастбища, сенокосы и т.д.). Они наиболее хорошо прослеживаются в характере напластований, строении почв, а также во флористическом составе естественной растительности.

Из сведений об антропогенной измененности ПТК необходимы также данные о хозяйственном освоении; видах и глубине воздействия человека на ландшафты в конкретный период. С этой целью используются археологические материалы по опубликованным данным и фондовым источникам различных организаций (Институт археологии РАН, областной архив, государственная инспекция по охране памятников истории культуры и др.); летописи (до XIII в.); писцовые, дозорные, межевые и переписные книги (с XIII по XVII вв.); карты генерального межевания и экономические примечания к ним (XVIII–XIX вв.); съемки губернских правлений (XVIII–XIX вв.); генеральные планы уездов и губерний; геометрические планы уездов; материалы военно-топографических съемок и описаний (XIX в.); полутопографические карты губерний министерства государственных

имуществ (XIX в.); атлас Менде (XIX в.); данные земских статистических органов; топографические карты (XX в.); аэро- и космические фотоснимки залетов разных лет; научные литературные и фондовые источники.

Для оценки современной антропогенной нагрузки на ПТК берутся фондовые данные о современном использовании земель. При этом необходимы сведения о площадях пахотных земель, сенокосов, пастбищ, лесов, лесопосадок, вырубок, гарей, осушаемых и орошаемых пахотных, луговых и лесных земель; площади земель, подверженных эрозии; о действующих и заброшенных карьерах; типах населенных пунктов (сельские, городские, дачные и т.д.); о железных и шоссейных дорогах; о площади водохранилищ, каналов, канав, кладбищ; сведения о свалках, животноводческих фермах. Кроме того, необходимы сведения о количестве вносимых на гектар пашни удобрений, о количестве крупного рогатого скота, о проезде техники по полям. Все эти данные выявляются для всех землепользователей. Для оценки современной антропогенной нагрузки на ландшафты нужна схематическая карта землепользователей.

Для оценки рекреационной нагрузки необходимы сведения о количестве рекреантов (чел./га в час.), численности населения в городах и плотности населения в сельской местности.

Для оценки нагрузок на ландшафт, связанных с промышленными загрязнениями, необходимы сведения о местонахождении предприятий, их типах; характере отходов, поступающих от них в атмосферу, воду, на свалки. Кроме того, необходимо собрать сведения о загрязнении вод, воздуха, почв.

Все выше перечисленные сведения можно также получить в результате полевых исследований, включая отбор образцов грунтов, почв, вод, воздуха, растений для определения их химического загрязнения.

Основным объектом изображения на карте антропогенной измененности ландшафтов являются природные, вторично-природные, антропогенно-природные территориальные комплексы разного генезиса (семейства ПТК). Легенда карты построена на основе специально разработанной генетико-динамической классификации (по методике И.И.Мамай), учитывающей как природные, так и антропогенные факторы развития природно-территориальных комплексов. При отнесении изучаемого комплекса к тому или иному семейству учитывается время наступления, характер и число природных и антропогенных смен ПТК, начиная с момента обособления макрочерт литогенной основы.

Если в изучаемом комплексе не выявлено антропогенной смены, то он относится к семейству природных. При этом ПТК может

испытывать в настоящее время определенные антропогенные нагрузки, которые в будущем могут привести к смене данного комплекса новым.

Если ПТК испытал антропогенную смену (или смены), но в дальнейшем его развитие идет только под воздействием природных процессов, то он относится к вторично-природному семейству.

Когда же после последней природной смены в ПТК произошла антропогенная смена (или смены) и ныне, наряду с природными, комплекс испытывает антропогенное влияние, он относится к антропогенно-природному семейству.

Свойства любого нового ПТК в эволюционно-динамическом ряду зависят от следующих факторов: 1) свойств его предшественников; 2) характера причины, вызывающей смену ПТК (т. е. его генезиса); 3) силы ее воздействия.

Число естественных и антропогенных причин смен ПТК необычайно велико. Признано, что смены одного ПТК другим происходят вследствие изменения в комплексе количества энергии, а также количества и качества вещества. С этой точки зрения любая естественная или антропогенная причина, вызывающая смену одного ПТК другим, может быть сведена к одной из следующих четырех основных – изменению характера напластований, термического, водного, химического режимов. Эти причины действуют в совокупности, поэтому к названным причинам следует прибавить все возможные их сочетания.

Следующие классификационные градации, которые выделяются в легенде к карте «Антропогенной измененности ландшафтов» – класс и подкласс ПТК, которые выделяются внутри семейства на основании причины, вызвавшей последнюю естественную (природную) или антропогенную смену ПТК.

При изучении антропогенного воздействия возникает необходимость сравнительной оценки степени изменения ПТК. При ее определении широко используются градации слабо-, средне- и сильноизмененный. Однако их диагностические признаки у разных авторов неодинаковы. Мы же в своих исследованиях исходили из того, что если нарушенными оказываются отдельные элементы, а иногда и компоненты ПТК, или отдельные морфологические единицы, но при этом возможно относительно быстрое восстановление исходных условий, то такой ПТК относится к слабоизмененным.

В среднеизмененных ПТК явные нарушения обнаруживаются обычно в одном из компонентов, или в некоторой части морфологических единиц (до 25 % площади). В подобных случаях необходимы многие десятилетия, а может быть и столетия, чтобы наступила смена ПТК.

В сильноизмененных ПТК нарушения касаются двух–трех компонентов или 25–50% площади морфологических единиц, и смена ПТК ожидается в течение 10–15 лет.

На карте современных антропогенных нагрузок на ландшафты необходимо отражать вид и степень антропогенных нагрузок. Определение вида антропогенной нагрузки обычно больших затруднений не вызывает, так как они тесно связаны с видом использования земель. Выделяют следующие виды: нагрузки в сфере промышленности, нагрузки от добычи полезных ископаемых, нагрузки в сельском хозяйстве, к которой относится эрозионная нагрузка; нагрузка от внесения удобрений; пастбищная нагрузка; нагрузка от применения тяжелой сельскохозяйственной техники; нагрузка от оросительно-осушительной мелиорации; нагрузка в сфере рекреации; нагрузка от населенных пунктов.

Различают три степени современных антропогенных нагрузок на ПТК, которые также определяется по отношению к моменту смены данного ПТК новым: слабые – те, которые со времени последней смены ПТК вызвали в нем лишь обратимые нарушения отдельных элементов. Если такие нагрузки и способны привести к смене данного ПТК новым, то это произойдет через очень длительное время, уже после очередной природной смены; эти нагрузки чаще вызывают лишь смену состояний, сопоставимых с внутригодовым; средние – нагрузки, которые уже вызвали (после последней смены) изменения в одном из компонентов, но понадобится значительный отрезок времени, измеряемый десятилетиями, чтобы под влиянием такой нагрузки изменились все компоненты – то есть, чтобы в ПТК произошла антропогенная смена; сильные – нагрузки, под воздействием которых с момента последней смены в ландшафте произошли взаимосвязанные изменения более, чем в двух компонентах, что должно привести к сравнительно скорому (в течение нескольких лет) изменению всех других компонентов, то есть вызовет очередную антропогенную смену.

Четкие критерии для определения степени антропогенной нагрузки не разработаны. При определении степени антропогенной нагрузки сопоставляются нормы, рекомендуемые при внесении удобрений, пастбищной, рекреационной и других видах деятельности с теми последствиями, которые они вызывают. В литературе встречаются сведения о том, при каком объеме того или иного воздействия начинаются необратимые изменения ПТК, они и принимаются за исходные.

Показатели, близкие к «норме» – это средняя степень нагрузки; более, чем на треть ниже «нормы» – слабая; более, чем на треть выше «нормы» – сильная.

Приведенные выше теоретические и методические основы составления карт современного состояния ландшафтов нами реализованы в картах «Антропогенной измененности ландшафтов Верхневолжья» и «Современных антропогенных нагрузок на ландшафты Верхневолжья» масштаба 1:200 000 для трех ключевых участков: бассейн р. Волги от истока до Ржева (Верхняя Волга); Ржевско-Старицкое Поволжье (исключая бассейн р. Вазузы); бассейн р. Волги от Твери до Ивановского водохранилища (исключая бассейн р. Тверцы) с использованием ГИС-технологий. В качестве программного обеспечения ГИС использовалась программа MapInfo.

При выделении района исследования нами был использован бассейно-ландшафтный принцип, потому что бассейнам рек свойственны: а) структурно-функциональная целостность; б) четкие границы, представленные водоразделами; в) тесная взаимосвязь природных условий и хозяйственной деятельности человека. Также бассейны рек характеризуются определенным ландшафтным единством.

Анализ составленных карт показывает, что смены ПТК на территории Верхневолжья произошли в результате естественных (за счет изменения климата в конце среднего и начале позднего голоцена – 2 000–2 500 лет тому назад), когда на смену суббореальному сухому и прохладному климату приходит субантлантический, относительно влажный и умеренный) и в результате антропогенных воздействий. Антропогенные смены произошли в результате добычи полезных ископаемых, раскорчевки леса, распашки, осушения, застройки, строительства дорог и ряда других причин.

Анализ также показал, что на территории Верхневолжья все ландшафты испытали антропогенное воздействие. Однако, как видно, 50,3 % площади бассейна занимают природные ПТК, где смена произошла за счет изменения климата, антропогенных смен пока еще не было. Причем площадь природных ПТК колеблется от 3,1 до 97,7 % в различных группах урочищ. Существуют также различия в распределении природных ПТК между ключевыми участками. Максимальный процент площади природных ландшафты занимают в бассейне Верхней Волги (69% площади бассейна). В районе Ржевско-Старицкого Поволжья этот показатель составляет всего 29 %, а в районе бассейна Волги от Твери до Ивановского водохранилища – 40% площади территории.

Что касается вторично-природных ПТК, то на территории Верхневолжья они представлены незначительными площадями (менее 0,04 % площади изучаемого района). Антропогенная смена вторично-природные ПТК произошла в результате осушения лесных массивов (район Центрально-Лесного заповедника), застройки (территория бывших деревень), добычи полезных ископаемых.

Таким образом, 49,7 % площади Верхневолжья испытали антропогенные смены и превратились в антропогенно-природные ландшафты различной степени измененности.

Оценивая степень антропогенной измененности ландшафтов Верхневолжья на ключевых участках можно отнести ПТК Ржевско-Старицкого Поволжья – к сильноизмененным, ПТК бассейна р.Волги от г. Твери до Ивановского водохранилища – к средне измененным, а ПТК бассейна р.Волги от истока до Ржева – к слабоизмененным.

При анализе карт «Современных антропогенных нагрузок» можно сделать вывод, что в настоящее время ландшафты Верхневолжья в большей степени испытывают сельскохозяйственные нагрузки (эрозионные, от внесения удобрений, пастбищные, от осушения и орошения); от населенных пунктов; нагрузки от лесного хозяйства и промышленности.

По сочетанию степени антропогенной измененности и современного воздействия на ПТК разработана классификация состояний. На территории бассейна р. Волги выделено 3 типа (оптимальное, удовлетворительное и напряженное состояние) и 16 подтипов состояний. Большую часть бассейна (52,6 %) занимают ПТК в оптимальном состоянии, 45,8 % – в удовлетворительном и только 1,6% всей площади приходится на ландшафты в напряженном состоянии. В целом современное состояние ландшафтов рассматриваемой территории оценивается как оптимально-удовлетворительное.

Таким образом, разработанные нами карты антропогенной измененности и современных антропогенных нагрузок обладают высокой информативностью и в совокупности с традиционными ландшафтными картами являются информационной основой для устойчивого экологически безопасного развития региона.

### **Список литературы**

1. *Мамай И.И.* Динамика ландшафтов: методика изучения. М.: МГУ, 1992. 235 с.
2. *Хохлова Е.Р.* Теоретические основы изучения современного состояния природных территориальных комплексов // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. 2009. Вып. 6. С. 25–37.



**METHODICAL RECEPTIONS OF MAPPING OF THE CURRENT  
STATE OF LANDSCAPES FOR THE REGIONAL  
ENVIRONMENTAL MONITORING**

**E.R. Khokhlova, L.P. Bogdanova, A.A. Dorofeev**

Tver State University

Methodical ways of mapping the current state of landscapes for regional environmental monitoring considered. The current state of landscapes assessed in two ways: from the time of change for involvement in the intensive use of modern man and anthropogenic pressures, which has caused in the landscape of the new changes. Maps of human variability of landscapes and modern anthropogenic pressure on landscapes of the Upper Volga were compiled.

**Keywords:** *current state of landscapes, anthropogenic pressure, mapping, anthropogenic change, regional ecological monitoring.*

*Об авторах:*

ХОХЛОВА Елена Револьдовна—кандидат географических наук, доцент кафедры туризма и природопользования, ФГБОУ ВПО «Тверской государственной университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: revoldovna@gmail.com

БОГДАНОВА Лидия Петровна—доктор географических наук, доцент, заведующая кафедрой туризма и природопользования, ФГБОУ ВПО «Тверской государственной университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: socgeo@tversu.ru

ДОРОФЕЕВ Александр Александрович—кандидат географических наук, доцент кафедры туризма и природопользования, ФГБОУ ВПО «Тверской государственной университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: adgeograf@mail.ru