УДК 502.62:911.5(470.343)

# МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ АРЕАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНО-КУЛЬТУРНОГО КАРКАСА НА УЧАСТКАХ ДИКОЙ ПРИРОДЫ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Жгулёва О.А., Крамчанинова А.Г., Ласточкин Д.Д.

ФБГОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, e-mail: shuma 7@mail.ru

В данной работе представлен результат применения современной интерпретации идеи «дикой природы» в рамках концепции культурного ландшафта для решения практической задачи проектирования ареальной структуры природно-культурного каркаса из набора отдельных элементов ландшафта. Методика основана на экстраполяции положений концепции островной биогеографии в сферу природоохранного планирования территории. В качестве отдельных ареальных элементов были использованы водно-болотные угодья, расположенные на участках «дикой природы» Полесского физико-географического района Республики Марий Эл. Разработанная методика предполагает построение вокруг каждого водно-болотного угодья буферной зоны оптимального размера, которая вычисляется исходя из нулевого значения комплексного показателя, в качестве которого был выбран баланс углерода исследуемой территории. Использование баланса углерода было обусловлено возможностью применения его для различных типов сообществ (растительность, болото, почва); наличием доступной базы данных лесоустроительной информации для исследуемой территории в качестве исходного материала для расчета; чувствительностью показателя депонирования углерода к изменению антропогенной нагрузки; наглядностью полученных результатов. Расчет индикатора депонирования углерода основывался на получении нормализованных кривых распределения запасов древесины на 1 га относительно средневзвешенного возраста древостоя на участке леса. В качестве исходных данных использовались зависимости запаса древесины от возраста древостоя, определяемого на основе таксационных описаний участков лесного фонда. В результате применительно к территории Республики Марий Эл были получены два обособленных природных образования, представленные группами водно-болотных угодий. Результаты расчетов визуализированы с помощью географической информационной системы Карта-2011 (Panorama).

Ключевые слова: природно-культурный каркас, дикая природа, водно-болотное угодье, баланс углерода

## METHODOLOGY FOR THE CONSTRUCTION OF THE AREAL STRUCTURE OF THE NATURAL AND CULTURAL FRAMEWORK ON THE SITES OF THE WILD NATURE OF THE MARI EL REPUBLIC

### Zhguleva O.A., Kramchaninova A.G., Lastochkin D.D.

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: shuma 7@mail.ru

In this paper, we present the result of applying a modern interpretation of the «wildlife» idea within the concept of a cultural landscape to solve the practical task of designing the areal structure of a natural and cultural framework from a set of individual landscape elements. The methodology is based on extrapolating the statements of the island biogeography concept to the area of conservation planning of the territory. As separate areal elements were used wetlands located on the «wild» areas of the Polesie physico-geographical region of the Mari El Republic. The developed technique assumes the construction of an optimal protected area around each wetland calculated on the use of carbon balance was due to the possibility of using it for various types of communities (vegetation, wetland, soil); availability of an accessible database of forest management information for the study area as the source for the calculation; the sensitivity of the carbon depositions to the change in anthropogenic load; visibility of the results. Calculation of carbon deponition indicator was based on obtaining normalized distribution curves of wood reserves per 1 hectare in relation to the average weighted age of the stand in the forest area. As the initial data were used dependences of the stock of wood on the age of the stand, based on the taxation descriptions of forest areas. As result, in relation to the territory of the Mari El Republic, 2 isolated natural formations, represented by groups of wetlands, were obtained. The results of the calculations were visualized using the geographical information system Map-2011 (Panorama).

 $Keywords: natural\ and\ cultural\ framework, wildlife, wetland, carbon\ balance$ 

В настоящее время теоретические и методологические основы концепции *природно-культурного каркаса* довольно четко сформулированы [1]. Основной набор его структурных элементов определен. Первоначально это *узловые элементы* участки территории с максимально выраженной спецификой региона исследования, обладающие наибольшим информационным потенциалом. Следует отметить тот факт,

что узлы первично формируются или создаются в местах сближения (пересечения) линейных структур каркаса, которые могут выполнять связующие, барьерные, распределительные, контактные и буферные функции. Ключевыми участками основных свойств окружающей среды являются ареальные и линейные буферные структуры. В природно-культурном каркасе Среднего Поволжья их формируют ландшафты

дикой природы, преимущественно представленные в западной части Республики Марий Эл (РМЭ). В настоящее время в отечественной терминологии отсутствует точное определения термина «дикая природа» (ДП). При этом всеми авторами подчеркивается наличие у «дикой природы» собственной духовной ценности, чем и определяется ее принадлежность к культурному ландшафту [2]. Несмотря на тот факт, что природоохранные концепции дикости (wildness) первоначально были сформулированы в США, их важность подчеркивается и в Европе, где государственные институты все чаще поддерживают картографирование участков дикой природы [3]. Философское обоснование непосредственно самой идеи защиты дикой природы было дано В.Е. Борейко [4]. Перспективы применения понятия «дикая природа» в теории и практике территориальной организации устойчивого природопользования подробно описаны В.Н. Бочарниковым [5]. Обобщая практику современного ландшафтного картографирования, он подчеркивает тот факт, что «выделяемые на карте геосистемы, как правило, представлены многими контурами разорванных ареалов, задачу объединения которых выполняют с помощью создания типологических схем и процедур ландшафтного (геосистемного) районирования» [5]. Таким образом, согласно современной интерпретации, к дикой природе следует относить ландшафты: совершенно нетронутые, ненарушенные естественные и ненарушенные со слабым использованием. Также известно, что основные положения концепции островной биогеографии, когда ООПТ можно рассматривать, как «острова дикой природы» среди антропогенных ландшафтов вполне удачно могут быть экстраполированы в сферу природоохранного планирования. При этом ключевым критерием устойчивости системы здесь должно выступать равновесие.

### Материалы и методы исследования

Изучение природы резерватов показало, что основные положения островной биогеографии хорошо проявляются в пределах изолированных ООПТ [6]. Установлено, что между видовым разнообразием и площадью «острова» (изолированной или одиночно расположенной ООПТ) существует зависимость, которая выражается формулой

$$S = c * A^Z, \tag{1}$$

где S – число видов, A – площадь «острова», c и Z – константы.

Масштабный множитель *с* уравнения варьирует в зависимости от единиц измерения и таксономиче-

ской принадлежности изучаемой группы видов. Параметр z варьирует довольно слабо в пределах от 0.16 до 0.25. При этом уменьшение эффекта изолированности предлагается достигать созданием буферных зон вокруг резерватов, оптимальная площадь которых определяется по формуле

$$A_2 = \left[ \left( 1 - Z \right)^{-1/Z} - 1 \right] * A_1, \tag{2}$$

где Z – константа,  $A_1$  и  $A_2$  – площади резервата и буферной зоны соответственно.

Кроме того, известны попытки определить зоны взаимного влияния природно-антропогенных геосистем на примере лесных массивов как аналогов ООПТ. Установлено, что зона непосредственного физического воздействия на все компоненты прилегающих природных комплексов ограничена расстоянием в 400 м, а наложение зон информационного влияния происходит в пределах до 100–200 км [6].

Таким образом, в основе формирования сети ООПТ и каркасного принципа проектирования лежит системный подход. В большинстве методик ландшафтного картографирования воплощены преимущественно либо принцип генетического единства, либо принцип однообразия. При выделении ландшафтов как типов возможны два пути:

- 1. Разбиение пространства на однообразные внутри себя районы. В этом случае (районирование «сверху») первоначально производится отбор природных компонентов и устанавливаются определенные градации их свойств. Примером этого способа является выделение типов лесорастительных условий (ТЛУ) в лесотаксации на основе трофности почвы и степени увлажнения. Градация этих свойств осуществляется по пятибалльной шкале. В итоге территория делится на 25 ТЛУ.
- 2. Последовательное объединение сходных участков и разделение несходных. В этом случае последовательность следующая: выбор объектов, установление признаков, классификация, нахождение областей распространения отдельных классов или их совокупностей. В качестве объектов могут выступать отдельные точки, участки произвольной формы и целостные природные системы, причем располагаться они могут по изучаемой территории случайным образом или в произвольном порядке. Далее определяются самые важные или легко измеряемые признаки объектов, после чего при выбранном основании классификации произвести группировку объектов по их сходству, используя для этой цели количественные методы [7].

В общем виде процедура выбора территории для сохранения БР заключается в том, что среди *n*-го множества природных комплексов имеет смысл в первую очередь сохранить наиболее богатый видами, затем наименее сходный с ним (хотя, может быть, и не второй по видовому богатству), следом наиболее отличающийся от двух первых и т.д. [8].

В ходе проделанной работы первоначально был определен перечень отдельных водно-болотных угодий (ВБУ), расположенных на участках лесного фонда РМЭ, в качестве ареальных объектов природно-культурного каркаса. Для этих целей была использована векторная карта района исследования, полученная в результате обработки растровых данных цифровых снимков Landsat 7 (синтезированных в программе Google Earth) с разрешением 10–30 м и топографических карт М 1:100000.

Далее с целью конструирования линейной оси ПКК вокруг каждого ВБУ в ГИС Карта-2011 был построен ряд расчетных буферных зон с интервалом в 50 и 100 м, которые были получены аппроксимацией границ объектов.

Затем в базе данных лесоустроительной информации был произведен расчет удельных показателей депонирования и эмиссии углерода на элементарных участках - лесотаксационных выделах. Расчет индикатора депонирования углерода основывался на получении нормализованных кривых по распределению запасов древесины на 1 га относительно средневзвешенного возраста древостоя на участке леса. В качестве исходных данных использовались зависимости запаса древесины, определяемого на основе таксационных описаний участков леса по лесному фонду Республики Марий Эл от возраста древостоя. При этом средний возраст древостоя на участке леса определялся на основе возрастных запасов по каждой породе, входящей в породный состав насаждения на таксационном выделе:

$$A = \frac{\sum A_n \cdot Z_n}{Z_i^{\text{obsu}}},\tag{3}$$

где  $Z_i^{\text{общ}}$  — общий запас на выделе, м³;  $A_n$  — возраст породы в древостое, лет;  $Z_n$  — запас древесины по породе в древостое, м³.

Суммарная величина показателя депонирования углерода в пределах каждой расчетной буферной зоны отдельных ВБУ определялась по следующей зависимости:

$$Q_C^{\text{B3+BBY}} = \sum Q_{Ci} \cdot S_i \ge 0, \tag{4}$$

где i – номер элементарной площадки (таксационного выдела) в границах охранной зоны;  $Q_{\scriptscriptstyle C}^{{\rm B3+B5V}}$  — суммарное значение показателя на территории ВБУ и его буферной зоны, т/га;  $Q_{\scriptscriptstyle Ci}$  — величина депонирования

углерода для  $i\text{-}\mathrm{o}\Breve{u}$  площадкой. т/га;  $S_i$  – площадь  $i\text{-}\mathrm{o}\Breve{u}$  площадки, га.

Изначально по массиву, расположенному в базе данных лесного фонда, было произведено статистическое моделирование с определением нормируемых кривых распределения запасов древесины по среднему возрасту, типу леса и лесорастительным условиям, с последующим выделением ценных и угнетенных массивов.

С учетом поправочного коэффициента, учитывающего случаи, когда фактические данные не лежат на нормализованных кривых запаса, было получено итоговое уравнение для расчета депонирования углерода с 1 га лесных насаждений:

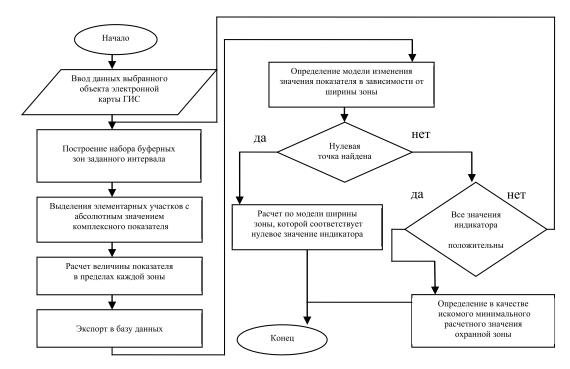
$$Q_{C} = 0.5Z_{\phi} \left( 1 - \frac{\left( A - 1 \right)^{b} \cdot \exp\left( -c \cdot \left( A - 1 \right) \right)}{A^{b} \cdot \exp\left( -c \cdot A \right)} \right). \tag{5}$$

После того, как был закончен расчет величины депонирования углерода для каждого лесотаксационного выдела, база данных была конвертирована в ГИС Карта-2011 с целью получения наглядной карты-схемы.

По окончании расчета для каждого ВБУ был получен ряд абсолютных суммарных значений показателя депонирования углерода для набора буферных зон различных размеров.

Далее методом математического моделирования была выявлена зависимость, характеризующая корреляцию величины показателя депонирования углерода от ширины буферной зоны.

Таким образом, в общем виде методологический алгоритм конструирования линейной структуры представляет собой расчет минимального размера буферной зоны вокруг каждого ВБУ как территории, на которой достигается нулевое значение баланса (депонирования и эмиссии) углерода (рис. 1).



Puc. 1. Алгоритм определения минимального размера буферной зоны водно-болотного угодья на участке лесного фонда

### Результаты исследования и их обсуждение

В некоторых случаях реализация всех операций алгоритма описанной методики может не привести к достижению конкретного результата на первом этапе, т.е. нулевое значение индикатора не может быть четко определено по графической зависимости, что возможно в двух случаях:

- 1. Величина индикатора во всех расчетных точках принимает положительное значение. Это свидетельствует о том, что территория не испытывает экологического угнетения. В качестве искомого значения принимается минимальная расчетная величина охранной зоны.
- 2. Величина индикатора во всех расчетных точках принимает отрицательное значение. В этом случае теоретическая зависимость позволяет определить оптимальный размер охранной зоны, соответствующей нулевой точке, но результат качественно отличается от ожидаемого (например: ширина минимальной буферной зоны 5620 м), поэтому не может быть принят. Расчет теоретической модели основан на предположении, что изменение показателя имеет одинаковую интенсивность на всей прилегающей территории.

Расчет оптимальных размеров буферной зоны на основе баланса углерода территории произведен в пределах каждой природной единицы для пяти случаев, характеризующих экологическое состояние объекта, показателем которого является величина депонирования углерода болотными территориями (рис 2). Точное значение депонирования (эмиссии) углерода на территории определить крайне сложно, поэтому

для расчета применен аналитико-статистический подход, основанный на результатах многолетних исследований В.А. Усольцева, А.И. Уткина, Д.Г. Замолодчикова [9].

#### Заключение

Проведенный анализ тематических материалов на территории РМЭ выявил общирные участки леса, которые могут быть классифицированы как «дикая природа». Ландшафты расположены в пределах Полесского долинно-террасового физико-географического района: междуречье р. Малая Кокшага и р. Большая Кокшага, р. Большой Кундыш и р. Ветлуга в низменном левобережье р. Волга. В административном отношении это территория преимущественно Звениговского, Килемарского и Юринского муниципальных районов.

В результате последовательного соединения отдельных ВБУ с их буферными зонами были получены две комплексных ареальных структуры природно-культурного каркаса, расположенные на территории Республики Марий Эл (рис. 3).

Группа озер «Восток» располагается в восточной части Полесского физико-географического района Республики Марий Эл. Слева территория условно ограничена р. Рутка, справа р. Малая Кокшага. Группа представлена 14 крупными водно-болотными угодьями и входящими в их состав 19 озерами. Ландшафт территории мало нарушен, экологическая антропогенная нагрузка незначительна, влияние крупнейшего техногенного объекта региона Чебоксарской ГЭС опосредовано, обусловлено исключительно поднятием уровня грунтовых вод на прилегающих с юга землях.

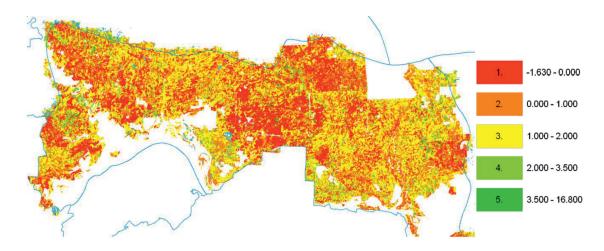


Рис. 2. Картограмма депонирования углерода на участках «дикой природы» республики Марий Эл (m/га)

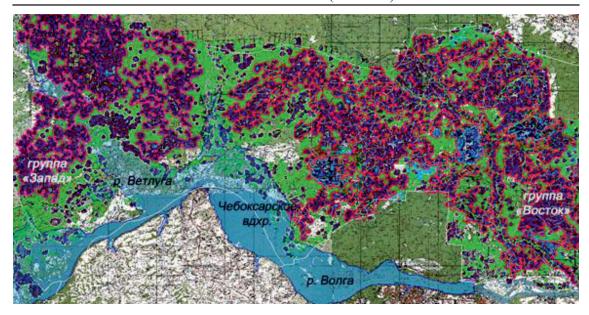


Рис. 3. Ареальные структуры водно-болотных угодий «Восток» и «Запад»

Группа «Запад» располагается в междуречье р. Ветлуга и р. Рутка в зоне активного воздействия Чебоксарского гидроузла. Образование обширных заболоченных участков на территории обусловлено подтоплением в результате изменения прилегающей акватории р. Волга в ходе эксплуатации водохранилища.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта по. 16-35-00514 мол\_а «Исследование геокультурного пространства территории национальных республик Среднего Поволжья».

### Список литературы

- 1. Кулешова М.Е. Наследие и природно-культурный каркас территорий // Известия Самарского научного центра РАН. 2007. № 1. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/nasledie-i-prirodno-kulturnyy-karkas-territoriy (дата обращения: 03.02.2018).
- 2. Жгулёва О.А. Культурные ландшафты «дикой природы» республики Марий Эл // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. URL: http://www.science-education.ru/121-18774 (дата обращения: 27.01.2018).
- 3. Orsi F., Geneletti D., Borsdorf A. Mapping wildness for protected area management: A methodological approach and application to the Dolomites UNESCO World Heritage Site (Italy) // Landscape and Urban Planning.  $-2013.-\mbox{Vol.}\ 120.-\mbox{P.}\ 1-15.$
- 4. Борейко В.Е. Идея абсолютной заповедности в трудах американских экофилософов // Гуманитарный экологический журнал. 2017. Т. 19, Вып. 1 (60). URL: http://ecoethics.ru/wp-content/uploads/2017/03/int\_gej\_1\_2017.pdf (дата обращения: 25.01.2018).
- 5. Бочарников В.Н. «Дикая природа» и «культурный ландшафт»: возможности применения в ландшафтоведении // Астрахан. вестн. экол. образ. 2014. № 4. С. 5–23.
- 6. Пелипенко Ю.Г. Оценка репрезентативности и природоохранной ценности заказника «Александровский» в сравнении с другими особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) Ставропольского края // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. № 5–1. C. 37–41.
- 7. Пузаченко Ю.Г. Методологические основы измерения сложности ландшафта // Изв. АН СССР, серия геогр. 1995. № 4. С. 30–50.

- 8. Соколов В.Е. Принципы разработки программ сохранения биологического разнообразия / В.Е. Соколов и др. // Вестник РАН. 1995. Т. 65, № 7. С. 631–638.
- 9. Корепанов Д.А. Влияние осушения мезоолиготрофных болот на экологию леса и углеродный баланс: монография / Д.А. Корепанов, А.Д. Корепанов. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 96 с.

### References

- 1. Kuleshova M.E. Nasledie i prirodno-kulturnyj karkas territorij // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2007. no. 1. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/nasledie-i-prirodno-kulturnyy-karkas-territoriy (data obrashhenija: 03.02.2018).
- 2. Zhguljova O.A. Kulturnye landshafty «dikoj prirody» respubliki Marij Jel // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1. URL: http://www.science-education.ru/121-18774 (data obrashhenija: 27.01.2018).
- 3. Orsi F., Geneletti D., Borsdorf A. Mapping wildness for protected area management: A methodological approach and application to the Dolomites UNESCO World Heritage Site (Italy) // Landscape and Urban Planning. 2013. Vol. 120. pp. 1–15.
- 4. Borejko V.E. Ideja absoljutnoj zapovednosti v trudah amerikanskih jekofilosofov // Gumanitarnyj jekologicheskij zhurnal. 2017. T. 19, Vyp. 1 (60). URL: http://ecoethics.ru/wp-content/uploads/2017/03/int\_gej\_1\_2017.pdf (data obrashhenija: 25.01.2018).
- 5. Bocharnikov V.N. «Dikaja priroda» i «kulturnyj landshaft»: vozmozhnosti primenenija v landshaftovedenii // Astrahan. vestn. jekol. obraz. 2014. no. 4. pp. 5–23.
- 6. Pelipenko Ju.G. Ocenka reprezentativnosti i prirodoohrannoj cennosti zakaznika «Aleksandrovskij» v sravnenii s drugimi osobo ohranjaemymi prirodnymi territorijami (OOPT) Stavropolskogo kraja // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2011. no. 5–1. pp. 37–41.
- 7. Puzachenko Ju.G. Metodologicheskie osnovy izmerenija slozhnosti landshafta // Izv. AN SSSR, serija geogr. 1995. no. 4. pp. 30–50.
- 8. Sokolov V.E. Principy razrabotki programm sohranenija biologicheskogo raznoobrazija / V.E. Sokolov i dr. // Vestnik RAN. 1995. T. 65, no. 7. pp. 631–638.
- 9. Korepanov D.A. Vlijanie osushenija mezooligotrofnyh bolot na jekologiju lesa i uglerodnyj balans: monografija / D.A. Korepanov, A.D. Korepanov. Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaja GSHA, 2007. 96 p.