

# ИТОГИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии.  
2013. – Т. 22, № 4. – С. 5-13.

УДК 556.565:004.9

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ ВЕРХНЕ-ЯУЗСКИХ БОЛОТ

© 2013 Н.В. Карпухина<sup>1</sup>, В.В. Киселева<sup>1</sup>, Т.В. Трифонова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный парк «Лосиный остров», г. Москва (Россия)

<sup>2</sup> ЗАО «Пангея» г. Москва (Россия)

Поступила 17.08.2013

Представлен ГИС-проект, позволяющий оценить изменения ландшафтов Верхне-Яузского водно-болотного комплекса национального парка «Лосиный остров», происходившие в последние 160 лет под влиянием торфоразработок и последующего техногенного подтопления. Серия карт демонстрирует увеличение площади болот и открытой водной поверхности в последние десятилетия. Показан сложный и разнонаправленный характер динамики водно-болотного комплекса.

*Ключевые слова:* ГИС, болота, динамика ландшафтов.

**Karpukhina N.V., Kiseleva V.V., Trifonova T.V. GIS used for the evaluation of technogenic dynamics of landscapes of Upper Yauza wetlands** – The GIS project is presented making it possible to evaluate the changes in the landscapes of Upper Yauza Wetland Complex (National Park Losiny Ostrov) occurred in the last 160 years under the influence of peat extraction followed by technogenic swamping. Map series envisages the increase in bog and open water surface areas in the last few decades. A complex and multi-trend character of wetland dynamics is demonstrated.

*Key words:* GIS, wetlands, landscape dynamics.

Верхне-Яузский водно-болотный комплекс занимает площадь около 1 тыс. га в северной части национального парка «Лосиный остров» и гидрологически и геохимически связан с территорией площадью около 4 тыс. га, т.е. оказывает непосредственное влияние на треть площади национального парка.

Яузская древняя ложбина стока талых ледниковых вод сформировалась во время дегляциации московского ледникового покрова. В морфологическом отношении ложбина стока представляет собой плоскодонное понижение с нечетко выраженными склонами, постепенно переходящими в поверхности между-речий. Ширина ложбины стока от 0,5 до 4 км, а длина в пределах Яузского вод-

---

*Наталья Валерьевна Карпухина*, научный сотрудник, zemanata1@rambler.ru; *Вера Владимировна Киселева*, кандидат биологических наук, зам. директора по научной работе, vvki-sel@mail.ru; *Татьяна Владимировна Трифонова*, инженер-картограф, vbunok@mail.ru

но-болотного комплекса 11 км. Ложбина стока выполнена песчано-гравийно-галечными отложениями. Данная толща образует водоносный горизонт, глубина залегания которого колеблется от 1 до 18 м. На современном этапе развития ложбина стока талых ледниковых вод освоена рекой Яуза.

Формирование Яузских болот началось после отступления ледника. Предполагается, что здесь сначала существовало ледниковое озеро, в пользу чего говорит слой ила, который обнаруживается под двухметровым слоем торфа. Однако для формирования 2 м торфа в условиях Средней полосы требуется около 1 тыс. лет. Это заставило сделать предположение, что в истории Яузских болот был антропогенный этап, когда в верховьях Яузы было организовано «вышневолоцкое водохранилище», облегчавшее перевод малых речных судов из Яузы в Клязьму во времена существования здесь волока (X-XII вв.). Затем, по мере развития дорог (Переславской и Стромьинской), надобность в волоке отпала, трасса была заброшена, а искусственный водоем снова заболотился (Насимович, 2009). С середины XIX в. начался новый этап освоения болот – торфоразработки, пик которых пришелся на 30-е – 50-е гг. XX в. и привел к выемке значительных масс торфа, трансформации гидрологической сети и дестабилизации водного режима Яузских болот и соседних ландшафтов.

Таким образом, один из ключевых ландшафтов национального парка за последнее тысячелетие был дважды преобразован человеком; в настоящее время здесь протекают процессы, направленные на компенсацию современного техногенного воздействия.

Все это вызвало необходимость оценить изменения, происходившие на территории Яузского водно-болотного комплекса (ВБК) и соседних ландшафтов в последнее столетие и происходящие в настоящее время. Удобным инструментом для сбора, обработки, визуализации и анализа информации является геоинформационная система (ГИС) национального парка.

Данная работа является частью первого этапа проекта, финансируемого по гранту WWF. Проект направлен на развитие отечественного опыта по использованию технологии снижения пожароопасности на участках нарушенных торфяников, ведение эколого-просветительской деятельности и демонстрацию важности сохранения и восстановления торфяных болот с привлечением положительного опыта немецких специалистов.

Целью первого этапа проекта является создание информационной и научно-исследовательской базы для реализации модельных проектов по сохранению и восстановлению нарушенных болот.

На данном этапе проекта создана базовая геоинформационная система, которая является основным инструментом оценки состояния и динамики водно-болотных угодий, а в перспективе – мониторинга водно-болотного комплекса.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

ГИС национального парка создана в среде ArcGIS, использована программа ArcGIS 10.1, предоставленная компанией ESRI национальному парку без-

возмездно в рамках грантового проекта по поддержке природоохранных учреждений.

Для создания ГИС ВБК была восстановлена старая ГИС национального парка «Лосиный остров», все данные приведены к единой системе координат. Имеющиеся данные были проанализированы, старые картографические материалы были приведены в цифровой вид, составлены новые карты. В результате, необходимые для ГИС ВБК данные отобраны, структурированы и объединены в единую файловую базу данных для управления водно-болотным комплексом.

ГИС ВБК WetlandProjectBD состоит из 7 информационных блоков: топографическая основа (Топо), рекреация и экологическое просвещение (RecrEduc), землепользование (Land), растительность и почвы (Vegetat), биоразнообразие (Biodiversity), типы болот (Wetland) и техногенное воздействие (Antropogen). Каждый блок представляет собой проект ArcGIS 10.1 mxd и папку с входящими в него shp-файлами (Трифорова и др., 2013).

Для оценки динамики ландшафтов ВБК была построена серия карт на основе:

1. бумажных карт лесоустройства 1976 г. в масштабе 1 : 10 000, которые были оцифрованы, с них использованы слои: водотоки и водоемы, состав леса, типы угодий;
2. шейп-файлов гидросети, типов угодий, состава лесов национального парка по состоянию на 1997 г.;
3. космического снимка 2011 г. (SPOT-5, разрешение 2,5 м), с которого оцифрованы водотоки и водоемы, контуры тростниковых болот.

С современными контурами были совмещены Военно-топографическая карта 1860 г. («карта Шуберта»), отображающая состояние территории до начала освоения болот, и топографическая карта окрестностей Москвы 1930 г. масштаба 1 : 50 000, с которых были оцифрованы водотоки и контуры болот, районы торфоразработок. Необходимо отметить, что привязка карты 1860 г. к современным границам весьма неточна, т.к. она имеет сравнительно мелкий масштаб (2 версты в дюйме или примерно 1 : 84 000) и на ней практически отсутствует математическая основа карты, что усложняет привязку к современной географической системе координат. Одной из таких неточностей карты можно считать то, что контур болотного массива выглядит смещенным к северу.

Построение всех карт осуществлялось в ГИС-пакете ArcGIS Desktop 10.1, в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера, вычисленной по параметрам эллипсоида Красовского, в системе координат Пулково 1942 для зоны №7.

## **ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Исходное состояние болот представлено на карте 1860 г. Видно, что русло Яузы врезалось примерно на 5 км юго-западнее, чем сейчас (рис. 1а), и отличалось большой извилистостью. Характер местности в то время можно в общем виде представить по «Рассказам охотника» Н.Н. Воронцова-Вельяминова, опубликованным в 1858 г. (Воронцов-Вельяминов, 1997). Из его описаний сле-

дует, что в западной части ВБК, вблизи Мытищ, располагались сырые луга, а выше по течению Яузы шли болота, большей частью открытые, иногда с кустами ивы и березой. В урочище «Бочаги», где оформлялось русло Яузы, были участки открытой водной поверхности. По краям болотного массива располагались заросли кустарника.

Торфоразработки, начатые в середине XIX в., носили локальный характер, велись вручную, без серьезного осушения и применения техники, потому оказывали весьма умеренное воздействие на ландшафты болотного массива.

К 1930 г. была прорыта сеть осушительных каналов, «сдвинувшая» верховья Яузы на несколько километров на восток-северо-восток (рис. 1б). Следует отметить, что во второй половине 1930-х годов в рамках реализации Генерального плана реконструкции Москвы русло р. Яузы было углублено и в пределах города, что также могло повысить степень дренированности территории в верхнем течении реки.

На месте выработанных торфяников появились мелководные озера, которым даже присвоили географические названия; так, на довоенных схемах торфяного месторождения показано оз. Им. Розы Люксембург. Эти озера просуществовали до 1960-х гг., впоследствии заросли и заболотились.

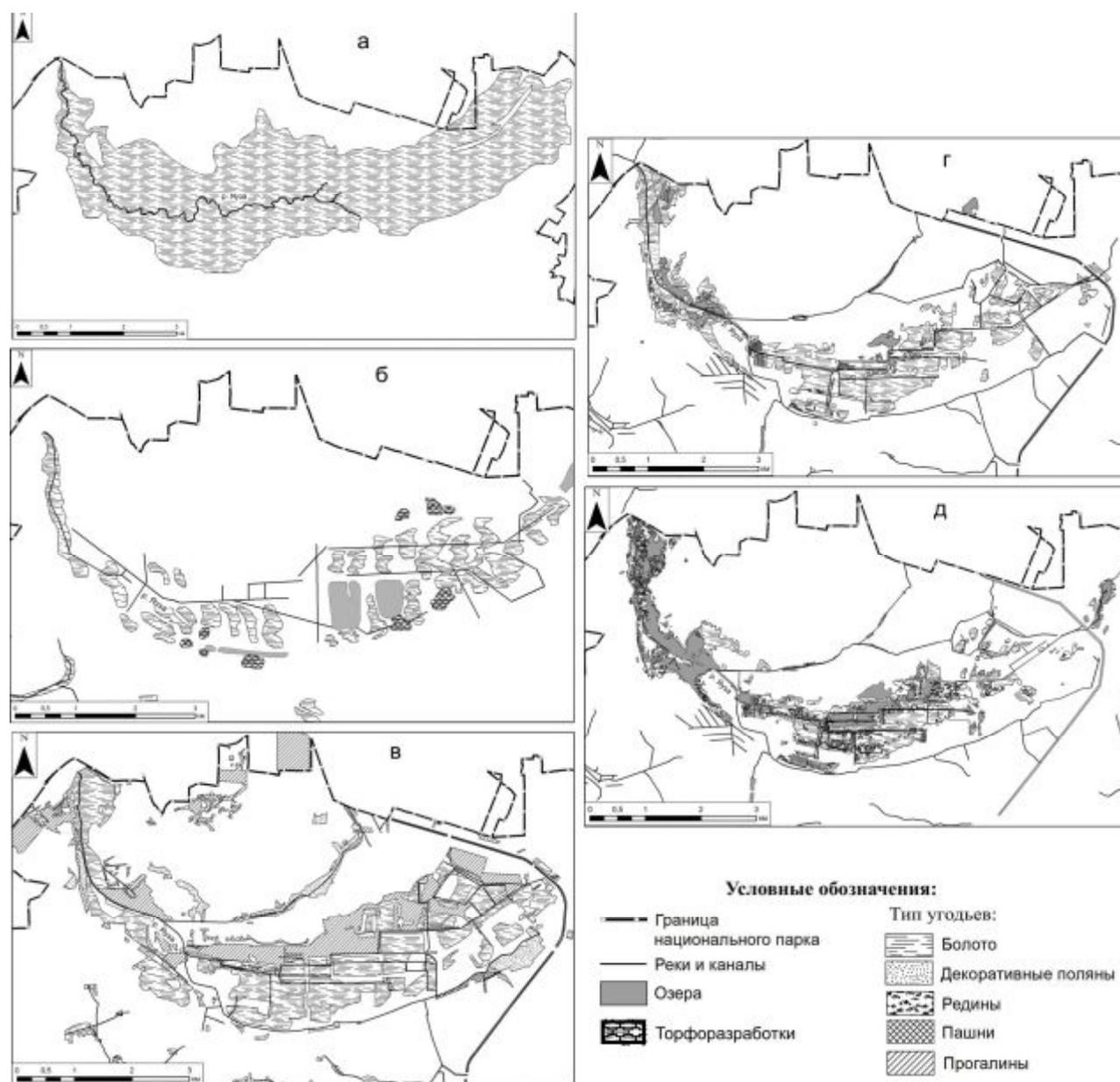
В 1938 году был построен Акуловский водоканал. Исток р. Яузы и некоторые другие мелкие водотоки были пропущены под трассой водоканала, который проходит по бетонным желобам (см. рис. 1в). Существовавшее до этого крупное ключевое болото в верховьях реки было перерезано насыпью канала. В то же время, при постройке канала некоторые водотоки были перенаправлены из бассейна р. Пехорки в бассейн р. Яузы. Кроме этого, из самого канала в долину р. Яузы нерегулярно начали производиться сбросы воды, что увеличило обводненность территории. Позже в долину р. Яузы были выведены 3 стока ливневой канализации из г. Королева.

В 1941 г. была осуществлена масштабная схема осушения торфяного месторождения, которая включала: Спрямоленное и углубленное русло реки Яузы (7,9 км), магистральный канал (7 км), соединительный канал (2,4 км), углубленный ручей Нехлюдов рукав и Северный нагорный канал (7,5 км), Южный нагорный канал (7,3 км), 12 валовые каналов (общей длиной 10,1 км) и картовую сеть на вновь подготавливаемых площадях (59 га) общей длиной 8 км. Таким образом, вместо естественного русла р. Яузы водно-болотный комплекс был перерезан сетью искусственных водотоков общей протяженностью 50 км.

В 1960 г. была проведена очередная серия осушительных работ. Русло р. Яузы было зарегулировано на протяжении 7,9 км с углублением дна от 0,5 до 2 м и увеличением сечения русла (Гришиневская, 2003).

В 1970-х гг. торфоразработки были прекращены, земли были переданы Мытищинскому леспаркхозу, на основе которого впоследствии был создан национальный парк «Лосиный остров». Рекультивация выработок не проводилась. Состояние территории на 1976 г. показано на рис. 1в. Видно, что по сравнению с 1930-ми годами в верхней (восточной) части водно-болотного комплекса большие площади заняты лугами и полянами на месте осушенных и час-

точно выработанных торфяников. В нижней, западной части, напротив, увеличилась площадь болот. Последнее связано с прошедшей реконструкцией Ярославского ш., в ходе которого на 80 см был поднят уровень дна под мостом, а также с устройством закрытых водопропусков в 300 м ниже по течению, на территории Мытищинского машиностроительного завода. В итоге за последние полвека меженный уровень воды в створе моста на Ярославском шоссе повысился на 1,2-1,5 м (Гришинева, 2003).



**Рис. 1. Динамика ландшафтов Верхне-Яузского водно-болотного комплекса и прилегающих территорий за 160 лет:**  
 (а) 1850-е гг., (б) 1930 г., (в) 1976 г., (г) 1998 г., (д) 2011 г.

В период с 1976 по 1997 г. динамика ландшафта характеризовалась появлением мелководных водоемов в нижней части ВБК, заболачиванием лугов к северу от основного спрямленного русла Яузы (рис. 1г).

Сравнение плана 1958 г. (проектные материалы торфяного месторождения) и данных аэрофотосъемки 1997 г. показало, что в 1958 г. площадь заболоченной территории водно-болотного комплекса составляла 5-6 км<sup>2</sup>, в том числе акватории 0,5 км<sup>2</sup>, а к 1997 г. площадь заболоченной территории достигла 10,5 км<sup>2</sup>, из них акватории примерно 3,5 км<sup>2</sup> (Гришиневская, Киселева, 2006).

Изменения условий увлажнения сказались и на составе почвенного покрова: на месте аллювиально-луговых почв, отмеченных на почвенной карте 1965 г., уже в 1986 г. были показаны иловато-торфяно-глеевые почвы. В средней части ВБК довольно четко выделяется зона современного торфообразования, которое протекает в тростниковых болотах к югу от основного русла р. Яузы (Киселева, 2007).

Водные поверхности и тростниковые заросли стали местом обитания множества водоплавающих и околоводных птиц. Наибольшая плотность гнездования отмечается в нижней части ВБК, получившей название Мытищинские плавни. Здесь располагается крупнейшая в окрестностях Москвы колония сизых чаек, гнездятся 5 видов уток, лысуха, погоныш, камышница, болотный лунь. В восточной части болот гнездятся большая и малая выпь. На пролете регулярно отмечаются виды из красной книги РФ – орлан-белохвост и скопа. Во время весенних и осенних миграций мелководные водоемы и тростниковые заросли служат местом отдыха крупных стай водоплавающих.

Колония бобров, восстановившаяся за время существования национального парка после их полного исчезновения во время торфоразработок, является беспрецедентным явлением вблизи крупного города. Деятельность бобров оказывает неоднозначное влияние на природную среду: с одной стороны это улучшение аэрации водотоков, создание плотин для регулирования водного режима; с другой стороны, строительство плотин приводит к изменению направления тока воды, что в условиях плоского рельефа приводит к подтоплению и заболачиванию территории.

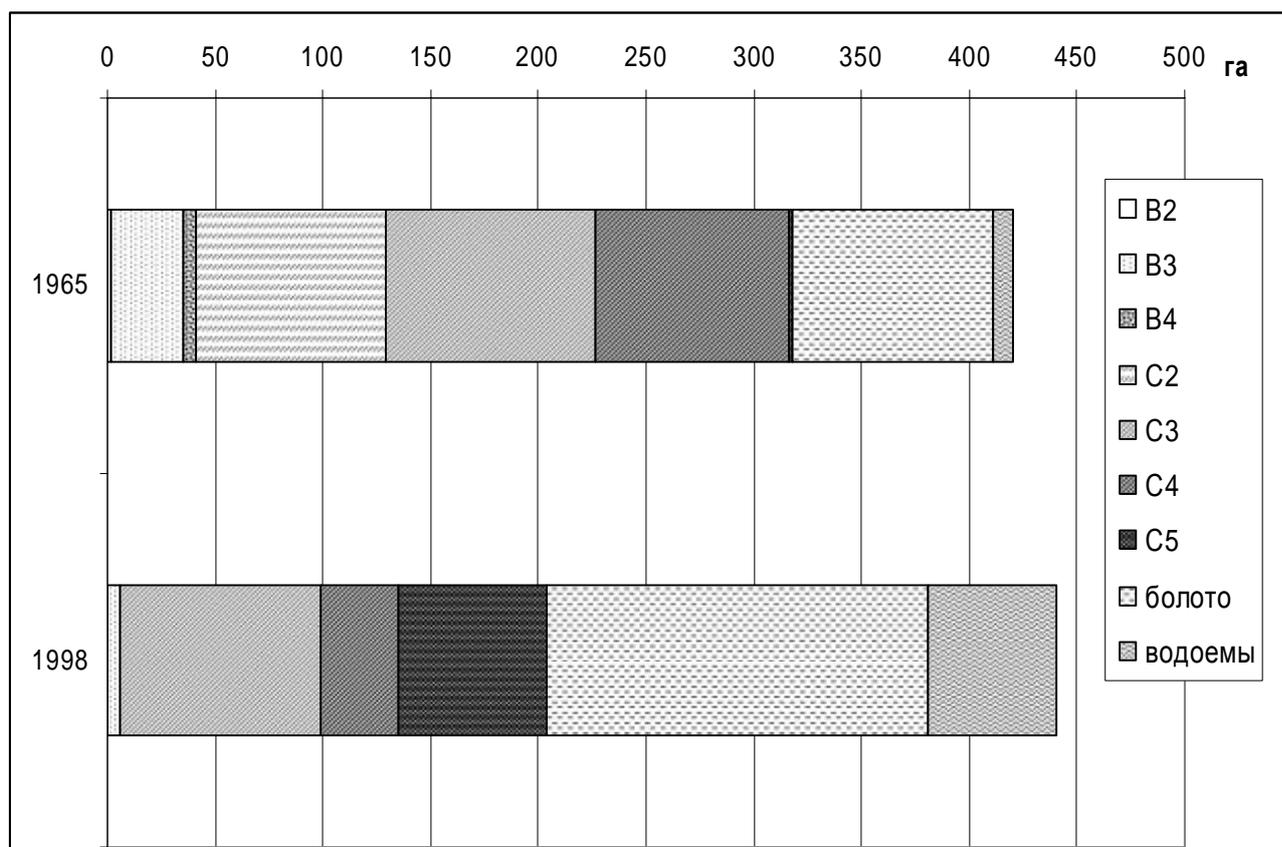
В 2004 г. были проведены работы по расчистке и углублению основного русла р. Яузы в верхней трети ВБК и переводу стока в основное русло. Это привело к сокращению площадей болот в верхней части ВБК (рис. 1д). В то же время, в нижней и даже средней части к настоящему времени значительно увеличилась площадь открытой водной поверхности, что говорит о продолжающемся подтоплении территории.

Таким образом, с одной стороны, к настоящему времени можно говорить о восстановлении болотного массива в его исторических границах, с другой стороны, пока нет возможности определить, насколько еще возможно дальнейшее поднятие уровня воды в нижней и средней части ВБК и когда наступит стабилизация всей системы.

Гидрологический режим территорий, прилегающих к водно-болотному комплексу, также весьма уязвим и динамичен из-за выровненного рельефа. Для

оценки влияния подтопления на условия произрастания лесов было проведено сравнение типов лесорастительных условий в лесных кварталах, граничащих с севера с нижней и средней частью ВБК. Для этого была проведена обработка данных лесоустройства 1965 г., когда действовала осушительная сеть и еще не была проведена реконструкция Ярославского ш., и таблиц данных слоев ГИС, созданных по результатам лесоустройства Мытищинского лесопарка в 1998 г. Влажность условий местообитания характеризовалась по принятой в лесоустройстве шкале П.С. Погребняка, согласно которой все местообитания по условиям увлажнения делятся на 6 категорий: 0 – очень сухие, 1 – сухие, 2 – свежие, 3 – влажные, 4 – сырые, 5 – мокрые (заболоченные). Поквартально были просчитаны площади, занимаемые каждым типом местообитаний. Некоторое несовпадение общих площадей кварталов (около 20 га) объясняется тем, что в состав лесных земель в 1970-х гг. вошла часть площади бывших торфоразработок.

За 30 лет произошло существенное изменение условий: площадь лесных земель сократилась за счет разрастания болот, явно виден сдвиг в сторону более влажных и местами более богатых местообитаний, примерно половина покрытых лесом земель приходится на сырые и заболоченные местообитания (рис. 2). Там, где территория изначально была сильно заболочена, появились мелководные водоемы.



**Рис. 2. Изменение типов условий местопроизрастания в лесных кварталах, примыкающих к нижней части водно-болотного комплекса, за период с 1965 по 1998 г.**

Площадь открытой водной поверхности в 1965 г. составляла 2% от общей площади нижней части ВБК, в 1998 г – уже 12,7% (таблица). Площадь болот изменилась с 93,5 до 177 га, т.е. с 22 до 38%, соответственно. Покрытая лесом площадь в модельных кварталах, наоборот, сократилась за 33 года с 318 до 204 га, т.е. с 74,5 до 43,5%.

Таблица

Относительная доля земель, занятых лесами, болотами и открытой водной поверхностью в нижней части Яузских болот и прилегающих лесных кварталах

Угодья	1965 г.		1998 г.	
	га	%	га	%
леса	317,9	74,4	203,9	43,5
болота	93,5	21,9	176,9	37,7
водоемы	8,6	2,0	59,5	12,7
Всего	420,0	98,3	440,3	93,9

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С использованием ГИС-технологий был создан проект, отображающий динамику ландшафтов Яузского водно-болотного комплекса за последние полтора столетия и содержащий информацию о местоположении и площади болот, водоемов и иных угодий за разные годы.

Анализ карт и связанных с ними баз данных показывает, что ландшафт ВБК является крайне динамичным, причем разные его части имеют разнонаправленные тренды развития. В последние 4 десятилетия отмечается сокращение площади лесных земель и увеличение площади низинных болот, а в последние 10-15 лет – значительное увеличение площади открытой водной поверхности в нижней и средней части болотного массива. В то же время, в верхней части ВБК происходит зарастание мелководий, интенсивное накопление торфа (в основном, за счет бурного развития и отмирания тростника), т.е. идет формирование новой торфяной залежи.

В настоящее время система пытается прийти к равновесию с последствиями изменения уровня воды р. Яузы – образования двух техногенных подпоров ниже границы национального парка. По мере стабилизации водного режима в соответствии с техногенными подпорами можно ожидать постепенного зарастания и вновь образовавшихся мелководий, интенсивного накопления торфа, подъема уровня поверхности болота и зарастания его кустарником и березой. Однако, это возможно только при отсутствии новых техногенных воздействий извне.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Воронцов-Вельяминов Н.Н.** Рассказы охотника // Охотничьи просторы. Альманах. Кн. 2 (12). Реутов: ПТП ЭРА, 1997. 256 с.

**Гришинева О.Н.** Состояние и перспективы развития водных и избыточно увлажненных экосистем национального парка «Лосиный остров» // Научная и эколого-просветительская деятельность на охраняемых природных территориях России (Материалы юбилейной конференции, посвященной 20-летию национального парка «Лосиный остров»).

М., 2003. С. 47-53. – **Гришиневская О.Н., Киселева В.В.** Результаты мониторинга уровня грунтовых вод на пробных площадках в переувлажненных местообитаниях // Состояние природной среды национального парка «Лосиный остров» (по данным мониторинга за 2003-2005 гг.). Пушкино, 2006. С. 43-59.

**Киселева В.В.** Влияние хозяйственной деятельности на почвенный покров национального парка «Лосиный Остров» // Тез. докл. Междунар. науч. конф. «Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты» (1–3 марта 2007 года, Санкт-Петербург). СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007. С. 126-128.

**Насимович Ю.А.** Яузское болото – бывшее «вышневолоцкое» водохранилище? // Научные труды национального парка «Лосиный остров». М.: ВНИИЛМ, 2009. Вып. 2. С. 122-129.

**Трифорова Т.В., Киселева В.В., Буйволов Ю.А.** Создание модельной геоинформационной системы для изучения и сохранения болотных экосистем национального парка «Лосиный остров» // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. тр. М.: РУДН, 2013. Вып. 15. С. 255-258.