



IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

**Современные технологии
в деятельности особо охраняемых
природных территорий:
геоинформационные системы,
дистанционное зондирование земли**

(ГИС-Нарочь_2018)

сборник научных статей

Минск,
2018



Государственное
природоохранное учреждение
"Национальный парк
"Нарочанский" (Беларусь)



Белорусский государственный
университет



ESRI CIS (Россия)



Институт экспериментальной
ботаники им. В.Ф. Купревича
Национальной академии
наук Беларуси



УП "Геоинформационные
системы" НАН Беларуси



Сообщество
природоохранных
ГИС Беларуси



Министерство природных
ресурсов и охраны окружающей
среды Республики Беларусь

Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование земли: сборник научных статей – Минск: 2018. – 128 с.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уже шестой раз в государственном природоохранном учреждении “Национальный парк “Нарочанский” (Республика Беларусь, курортный поселок Нарочь) с 14 по 18 мая 2018 г. на научно-практическом семинаре “Современные технологии в деятельности ООПТ: ГИС, ДЗЗ” (ГИС-Нарочь_2018) более 30 представители природоохранных и научных учреждений, ВУЗов, общественных организаций, масс-медиа и местных сообществ из Беларуси и России обменялись опытом использования геоинформационных технологий (ГИС) и данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) в решении научных, природоохранных и социальных задач, в подготовке материалов для управленческих решений на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) и др.

Пятидневная программа семинара включала официальную часть с пленарным заседанием, конкурс-диспут научно-практических проектов участников Школы молодых ученых, презентацию опыта научного отдела Национального парка “Нарочанский” в использовании ГИС для решения задач плана управления национальным парком. Проведены 5 мастер-классов и 3 скайп-конференции с участниками (докладчиками), которые не смогли очно присутствовать на семинаре – они продемонстрировали новые возможности использования современного программного обеспечения и инструментария в природоохранном деле. Отметим, что с каждым годом представляемые доклады и презентации расширяют представления участников семинара о направлениях научного и практически-ориентированного применения ГИС И ДДЗЗ, уровень их, соответственно, все серьезнее.

Конечно же, активно делились своими наработками участники молодежной “площадки” семинара – Школы молодых ученых (ШМУ), для которых в этом году был выделен специальный день, в рамках которого все взрослые участники семинара в режиме конкурса-диспута смогли послушать, оценить, обсудить и обстоятельно прокомментировать проектные работы подрастающего поколения ГИСовцев. Победители конкурса участников ШМУ получили полезные памятные награды в виде лицензионного программного обеспечения ArcGIS, специальную литературу и именные сертификаты участников.

Всех присутствующих на семинаре удивило (большинство – приятно удивило), что участвующий в нынешнем году в конкурсе ШМУ ГИС-проект, подготовленный школьниками одной из столичных школ, впечатлил членов жюри и стал победителем. Этот проект не только занял призовое место, но и повлек за собой коллегияльное решение предпринять усилия по расширению в следующем году аудитории Школы молодых ученых, включив в среду будущих участников более юную категорию ГИСовцев.

Можно констатировать, что Нарочанская “ГИС-площадка” зарекомендовала себя как надежное место встречи и начинающих, и компетентных креативных специалистов, здесь появляются и свободно обсуждаются многие идеи и практические подходы использования ГИС технологий – на различных направлениях деятельности природоохранных учреждений, научных центров, ВУЗов, общественных организаций...



РАЗДЕЛ 1

ВЗРОСЛАЯ ПЛОЩАДКА



ГИС-АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЁРНО-БАССЕЙНОВЫХ СИСТЕМ НП «НАРОЧАНСКИЙ»

Токарчук О.В., Токарчук С.М.

*Учреждение образования «Брестский государственный университет имени
А.С. Пушкина», oleg.v.tokarchuk@tut.by*

Постановка вопроса. Очевидно, что в ходе решения задач рационального использования и охраны водных ресурсов важное место принадлежит инвентаризации водных объектов. При этом с позиций геосистемно-гидрологического подхода [1] «узловым» объектом с точки зрения учёта водных ресурсов выступают не сами водные объекты, а их бассейны. При этом совокупность устойчивых нережимных (среднедолголетних и постоянных) инвентаризационных показателей, характеризующих индивидуальные особенности отдельных бассейнов или структур бассейнового строения, принято называть гидрографическим комплексом бассейна. В него входят четыре типа показателей: ландшафтные, климатологические, гидрологические и морфометрические. В качестве способов представления показателей гидрографического комплекса выделяются текстовый, цифровой (табличный и графический) и картографический. Ландшафтные показатели объединяют сведения об отдельных компонентах природной среды (подстилающих породах, почва и растительности), о ландшафтной структуре территории и её связях со структурами гидрографической сети и бассейнового строения. Климатологические и гидрологические характеристики обобщают информацию о среднедолголетних осадках, солнечной радиации, испарении, поверхностном стоке и являются исходным материалом для гидрологических расчётов и прогнозирования. Морфометрические характеристики в свою очередь объединяются общностью расчёта на основе имеющейся топографической информации.

Следует отметить, что морфометрические характеристики (показатели) речных бассейнов являются важным элементом гидрологических расчётов. При этом все морфометрические характеристики структур бассейнового строения условно делят на три класса, каждый из которых в свою очередь обычно делят на несколько групп [2]: (1.) класс простейших морфометрических характеристик (объединяет группы *элементарных характеристик, характеристик формы, высотных характеристик, физико-географических характеристик*); (2.) класс структурных характеристик (включает группы *удельных, составных и системно-структурных характеристик*); (3.) класс экспозиционно-симметричных характеристик (включает группы *ориентационных и симметричных характеристик*).

Далее перечислим основные морфометрические характеристики в разрезе перечисленных групп, их общепринятое буквенное обозначение и размерность (в случае её наличия).

К элементарным характеристикам относят длину главной реки l (км), суммарную длину речной сети $\sum l$ (км), площадь бассейна F (км²), длину

бассейна L (км), наибольшую ширину бассейна B (км), среднюю ширину бассейна $B_{cp} = F/L$ (км), коэффициент извилистости главной реки α_{zi} (отношение l_{cp} к отрезку прямой, соединяющей исток и устье).

К *характеристикам формы* относят длину водораздельной линии (периметр бассейна) P (км), коэффициент развития водораздельной линии $m = 0,282 P/\sqrt{F}$, коэффициент вытянутости $\beta = l_{cp}^2/B$, коэффициент формы $\beta' = B/l_{cp}$.

К *высотным характеристикам* относятся средняя высота водосбора H_{cp} (м), падение главной реки ΔH (м) как разница высшей и низшей высотных отметок, средний уклон водосбора I_{cp} , средневзвешенный уклон реки i_{cp} (%), глубина вреза $h = H_p - H_{cp}$ (м) (H_p – средняя отметка русла), средняя длина склонов $l = F/2L_{cp}$ (км) (для двухскатных водосборов), средний уклон склонов $I_{ск} = h \sum l_{оп}^p / F$ (%) (где h – сечение рельефа, $\sum l_{оп}$ – сумма длин всех горизонталей в пределах бассейна).

К *физико-географическим характеристикам* относятся коэффициенты озёрности $\delta_{оз}$, заболоченности $\delta_{б}$, лесистости $\delta_{лес}$, лугов $\delta_{луг}$, осыпей $\delta_{ос}$, водоупоров $\delta_{вол}$ и др. (зачастую эти показатели выражаются в % от общей площади бассейна).

К *удельным характеристикам* относятся плотность речной сети $p = \sum S/F$ и её густота $\gamma_r = \sum l/F$ ($\sum S$ – общее количество водотоков в речной системе), гидроморфологический коэффициент $\gamma_Q = \sum l/Q$ (Q – средний многолетний расход воды).

К *составным характеристикам* относятся мощность речной системы S_n – количество подсистем водных объектов каждого порядка, соотношения количества подсистем смежных порядков – коэффициент бифуркации r_b , средняя длина водотока каждого порядка l_n , соотношение средних длин водотоков смежных порядков r_r .

К *системно-структурным (топологическим) характеристикам* относятся распределение длин путей, их суммарная и максимальная длина, структурные (энтропийные) характеристики. Путь при этом рассматривается как непрерывная и без повторений последовательность звеньев водотока, а его длина $\sum L$ измеряется суммой звеньев этого пути. При этом путь от истока до устья называется внешним, а от точки слияния до устья – внутренним. Тотальная суммарная длина $\sum L_m$ учитывает как внешние, так и внутренние пути. Максимальную длину пути в системе принято называть диаметром.

К *ориентационным характеристикам* в первую очередь относятся простейшие характеристики – ориентация главных водоразделов A_g , ориентация долины главной реки A_p , ориентация притоков A_n (могут обозначаться как в румбах – С, СВ, В и т. д., так и в градусах начиная с севера по часовой стрелке). Кроме того, к таким характеристикам относятся распределение площади бассейна по ориентации (в 8 азимутальных интервалах в % от общей площади), коэффициент распределения площади по ориентации A_F (сумма в % четырёх наиболее распространённых ориентаций), коэффициент «южности» $A_{ю}$ (разность встречаемости южных (Ю, ЮВ, ЮЗ) и северных (С, СВ, СЗ) ориентаций в %).

К *симметричным характеристикам* относятся в первую очередь коэффициент асимметрии по площади $a_F = (F_A - F_N)/(F_A + F_N)$, коэффициент нерав-

характеристик. Подобный вид типизации имеют и другие из заявленных морфометрических характеристик.

Интерпретация исходной расчётной атрибутивной информации возможна и в форме справочных таблиц на разном уровне иерархии озёрно-бассейновых систем. В частности, в таблице 1 отображён результат получения справочной информации с использованием функции «Пересечение тем» – произведено пересечение тем «Водосборы 2 порядка» и «Естественные водотоки».

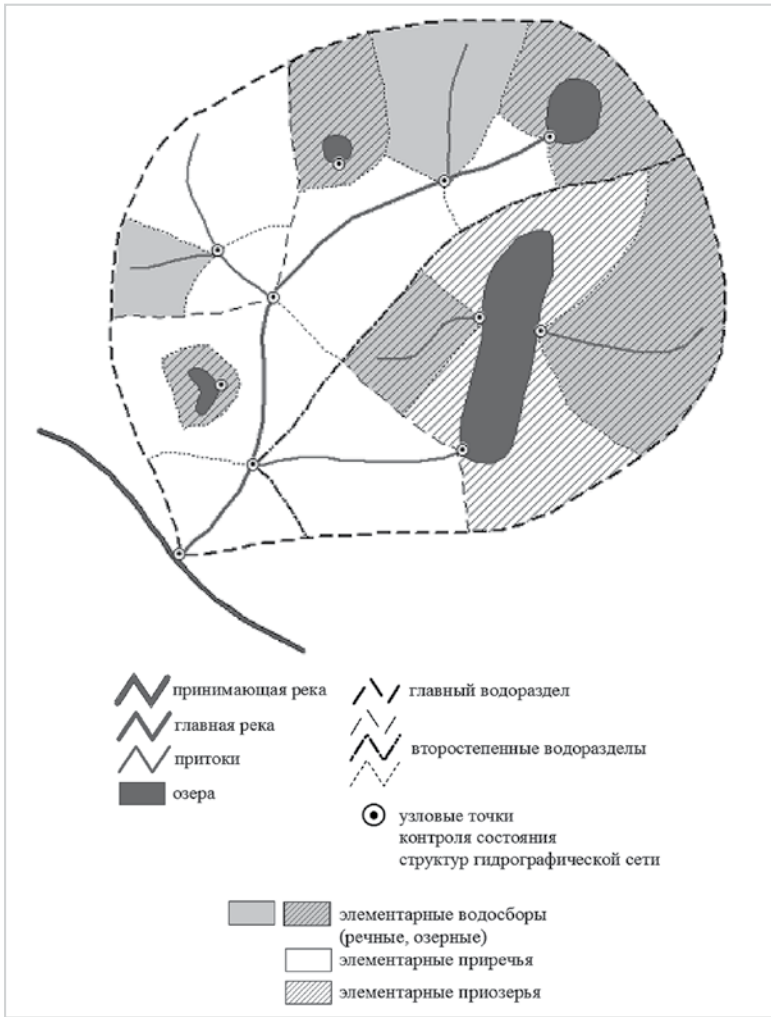


Рисунок 1 – Реализованная концептуальная модель соотношения структур бассейнового строения озёрно-бассейновой системы

Таблица 1 – Длина и густота естественных водотоков в пределах водосборов 2 порядка озёрно-бассейновых систем Национального парка «Нарочанский»

Бассейн 1 порядка	Бассейн 2 порядка	Площадь, км ²	Длина естественных водотоков, км	Густота, км/км ²
Бассейн р. Мяделка	бассейн оз. Мядель	84,92262	5,963705	0,070225
	собственно бассейн р. Мяделка	58,37535	37,513271	0,642622
Бассейн р. Нарочь	бассейн оз. Баторино	59,72416	11,87605	0,198848
	бассейн оз. Мястро	30,56551	7,245915	0,237062
	бассейн оз. Нарочь	68,48173	12,945299	0,189033
	бассейн р. Узлянка	242,4697	43,621805	0,179906
	собственно бассейн р. Нарочь	103,2624	11,474131	0,111116
бассейн р. Страча	бассейн оз. Вишневокое	20,90055	5,172858	0,247499
	бассейн оз. Свирь	56,26847	33,440756	0,594307
	бассейн озер Большие и Малые Швакшты	37,71491	15,700951	0,416306
	бассейн р. Великий Перекоп	234,7876	90,341432	0,384779
	собственно бассейн р. Страча	185,0755	130,926751	0,707424

номерности развития речной сети $a_l = \sum l_i / \sum l_n$, коэффициент асимметрии по мощности (коэффициент энантиморфизма) $a_s = (\sum S_n - \sum S_i) / (\sum S_n + \sum S_i)$.

Методика исследования. В качестве типологических единиц для ГИС-анализа заявленных морфометрических характеристик озёрно-бассейновых систем Национального парка «Нарочанский» были использованы отдельные единицы бассейнового строения, полученные в ходе реализации авторской концепции [3] соотношения структур бассейнового строения озёрно-бассейновой системы (рисунок 1).

Всего была выделена 171 малая структура бассейнового строения, в том числе 83 малых водосборов, 49 – малых притечий и 39 – малых приозерий (топологические аналоги заявленных в концепции элементарных структур), выстроенных в иерархию систем 1-го, 2-го и 3-го порядка. Выделенные структуры и дальнейший анализ их морфометрических характеристик производились с использованием инструментария программной оболочки ArcMap и существующей ГИС парка, содержащей разнообразную и детальную исходную информацию о рельефе, гидрографической сети, особенностях растительного покрова. В частности, особенность реализованной в ГИС парка рабочей модели рельефа заключается в показе рельефа горизонталями с высотой сечения 10 метров, возможности идентификации горизонталей и масштабирования изображения.

Описание полученных результатов. Ниже приведены примеры компоновки расчётных атрибутивных таблиц в отдельные карты-схемы (рисунок 2, рисунок 3), отображающие результат получения морфометрических

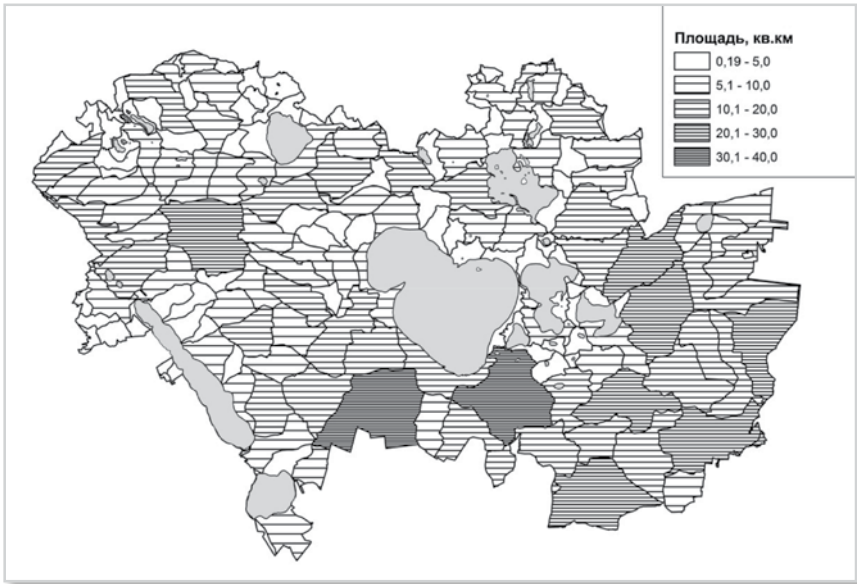


Рисунок 2 – Типизация малых структур бассейнового строения НП «Нарочанский» по площади



Рисунок 3 – Типизация малых структур бассейнового строения НП «Нарочанский» по длине водораздельной линии

Выводы. Таким образом, в ходе настоящего исследования впервые были получены морфометрические характеристики типологических структур бассейнового строения в пределах Национального парка «Нарочанский».

Исследование проведено в рамках НИР «Комплексная геоэкологическая оценка современного состояния озерно-бассейновых систем НП «Нарочанский» (№ Г/Р 20164315).

Использованные источники

1. Корытный, Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании / Л. М. Корытный. – Иркутск : Изд-во Института географии СОРАН, 2002. – 163 с.
2. Корытный, Л. М. Морфометрические характеристики речного бассейна / Л. М. Корытный // География и природные ресурсы. – № 3. – 1984. – С. 105–112.
3. Токарчук, О. В. Подходы к выделению озерно-бассейновых систем Национального парка «Нарочанский» / О. В. Токарчук // Актуальные проблемы наук о Земле: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Году науки в Республике Беларусь; в 2 ч., Брест, 25–27 сентября 2017 г. / Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина ; редкол.: А. К. Карабанов [и др.]. – Брест: БрГУ, 2017. – Ч. 1. – С. 206–209.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВЗРОСЛАЯ ПЛОЩАДКА	
<i>Сипач В.А.¹, Новиков² А.А., Люштык В.С.², Семенов О.А.¹, Куканова О.Н.³.....</i>	<i>5</i>
КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАНО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ (ЭТАП 3,5)	
<i>Новиков А.А.¹, Сипач В.А.², Ежова О.С.¹, Послед А.А.¹, Люштык В.С.¹, Семенов О.А.².....</i>	<i>11</i>
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПО ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ С РЫЖИМ СОСНЫМ ПИЛИЛЬЩИКОМ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «НАРОЧАНСКИЙ»	
<i>Власов Б.П., Грищенкова Н.Д., Суховило Н.Ю., Власова Д.Б.....</i>	<i>17</i>
МОНИТОРИНГ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕР НП "НАРОЧАНСКИЙ" С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДЗЗ (НА ПРИМЕРЕ МЯДЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ ОЗЕР)	
<i>Курлович Д.М., Гагина Н.В., Ковалевская О.М.</i>	<i>22</i>
ИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГПУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «НАРОЧАНСКИЙ» ГИС-АНАЛИЗ	
<i>Токарчук О.В., Токарчук С.М.</i>	<i>25</i>
МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЁРНО-БАССЕЙНОВЫХ СИСТЕМ НП «НАРОЧАНСКИЙ»	
<i>Красовский¹ А.Н., Турышев² Л.Н., Светашев³ А.Г., Демин⁴ В.С., Дорожко⁵ Н.В.....</i>	<i>31</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ И ДОЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОДНЫХ СРЕДАХ ОЗЕР НАРОЧАНСКОЙ ГРУППЫ	
<i>Груммо Д.Г., Цвирко Р.В., Куликова Е.Я., Зеленкевич Н.А., Русецкий С.Г., Жилинский Д.Ю., Мойсейчик Е.В.</i>	<i>36</i>
К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНОЙ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»	
<i>Тупицына Н.Б.</i>	<i>49</i>
ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ В ПОДГОТОВКЕ ГИС-СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ ВОПРОСОВ: ШКОЛА-УНИВЕРСИТЕТ-ПРАКТИКА	
<i>Куратова Т.Б.</i>	<i>57</i>
ГИС-ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ И РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<i>Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Филатова Т.Д.</i>	<i>64</i>
МНОГОЛЕТНИЕ РЯДЫ ДАННЫХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ МИГРАЦИИ В ГИС	
<i>Хохлаков В.Р.¹, Левин А.В.², Пчелкин И.С.², Фроленков Р.Н.² ¹Национальный парк «Смоленское Поозерье».....</i>	<i>70</i>
ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»	
<i>Хохлаков В.Р., Шалаева К.В.</i>	<i>76</i>
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВДЕНИИ ЛЕТОПИСИ ПРИРОДЫ И ЕЕ ИТОГИ ЗА 2017 ГОД	



<i>Владимирова Н.А., Квашина А.Е.</i>	91
ОПЫТ СОЗДАНИЯ СХЕМЫ ПАТРУЛИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «ДЕНЕЖКИН КАМЕНЬ» В ARCGIS	
<i>Грищенко М.Ю.^{1,3}, Калимова И.В.², Пыркин В.О.², Гулакова К.Н.², Содрик В.А.⁴, Гаврилова В.И.¹</i>	93
СОСТАВЛЕНИЕ КРУПНОМАСШТАБНОЙ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ ВУЛКАНА ГОЛОВНИНА (ОСТРОВ КУНАШИР, КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА) НА ОСНОВЕ ПОЛЕВЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ	
<i>Самсонов С.Д.</i>	98
СОЗДАНИЕ КАРТЫ ТИПОВ ЛАНДШАФТОВ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА	
<i>Егошин А.В.</i>	103
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ	
ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ	
<i>Никитина А.Д.*, Князева С.В.**</i>	111
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА»	
<i>Жигалина В.В.</i>	113
СОЗДАНИЕ КАРТ ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ARCGIS ONLINE	
<i>Колбун Д.А.</i>	115
ИЗУЧЕНИЕ ЗАРАСТАНИЯ ОЗЕР НП «НАРОЧАНСКИЙ» С ПОМОЩЬЮ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	
<i>Новикова Ю.И., Кривко В.В., Высоцкий Ю. И., Торбенко А.Б.</i>	116
РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО В ЗОНАХ С ОСМОБЫМ РЕЖИМОМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ УШАЧСКОГО РАЙОНА	
<i>Соколовский Е. В., Торбенко А.Б.</i>	119
ТЕРРИТОРИИ С ОСОБЫМ РЕЖИМОМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СХЕМЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ Г. ВИТЕБСКА	
<i>Тетёркина А.П.</i>	123
ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЗЕЛЕННОГО ТУРИСТИЧЕСКОГО МАРШРУТА НА ПРИМЕРЕ АГ. РАКОВ	