

## ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. БИОТЕХНОЛОГИИ

УДК 556.5:502.4(430.317)

DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.58

### ГИДРОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСТОЯННЫХ ВОДОТОКОВ ЗАПОВЕДНИКА «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС»

*Н. Н. Дубенок<sup>1</sup>, П. В. Чернявин<sup>2</sup>, А. В. Лебедев<sup>1</sup>, А. В. Гемонов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49

<sup>2</sup>Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М. Г. Сеницына, Российская Федерация, 157440, Костромская обл., Кологрив, ул. Некрасова, 48  
E-mail: avl1993@mail.ru

*Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М. Г. Сеницына расположен в Костромской области и был создан 21 января 2006 года с целью сохранения южно-таёжных природных комплексов Русской равнины. В настоящее время водотоки на территории заповедника являются слабоизученными, а исследования, проводимые на территории бывшего памятника природы и ныне существующего заповедника, имеют фрагментарный характер. Реки заповедника «Кологривский лес» характеризуются ярко выраженным весенним половодьем, летне-осенней низкой меженью, которая прерывается паводками, и зимней меженью. Глубина, ширина рек, расход воды изменяются как сезонно, так и на протяжении короткого периода при наличии обильных осадков. На Кологривском участке большинство рек характеризуются большими зарастающими открытыми малопотоковыми прибрежными участками и подвергаются значительному воздействию зоогенного фактора – деятельности бобров. Реки Мантуровского участка заповедника значительно отличаются от рек Кологривского участка как по гидрологическим, так и по морфологическим показателям.*

**Ключевые слова:** малые реки; заповедник; Кологривский лес; гидрологические показатели; морфологические показатели.

**Введение.** Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М. Г. Сеницына расположен в Костромской области и был создан 21 января 2006 года с целью сохранения южно-таёжных природных комплексов Русской равнины. В настоящее время водотоки на территории заповедника являются слабо-

изученными, а исследования, проводимые на территории бывшего памятника природы и ныне существующего заповедника, имеют фрагментарный характер [1–6].

Значительная территория Кологривского участка заповедника в середине XX века была подвергнута сплошным концентрированным рубкам, которые

© Дубенок Н. Н., Чернявин П. В., Лебедев А. В., Гемонов А. В., 2017.

**Для цитирования:** Дубенок Н. Н., Чернявин П. В., Лебедев А. В., Гемонов А. В. Гидролого-морфологическая характеристика постоянных водотоков заповедника «Кологривский лес» // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 3 (35). С. 58–72. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.58

привели к значительным изменениям годового модуля стока рек и к увеличению объёма илистых наносов. По данным из работы С. А. Родина с соавторами [7], в бассейнах рек Унжи, Ветлуги, Костромы и др. после рубок произошло увеличение годового модуля стока воды с 6,71 до 9,88 л/с с 1 км<sup>2</sup>, а годовых наносов с 5,28 до 8,95 т с 1 км<sup>2</sup>. В результате проведения лесовосстановления годовой модуль стока практически восстановился до первоначального значения и составил 6,92 л/с с 1 км<sup>2</sup>, а количество годовых наносов снизилось до 6,93 т с 1 км<sup>2</sup>.

Большая часть Мантуровского участка заповедника представлена пирогенными сосняками, сформировавшимися на месте гари 1972 года. В первые годы после пожара проводились массовые сплошные рубки. В результате этого, как отмечено в монографии Н. С. Лазаревой с соавторами [5], большая часть повреждённой огнём, но оставшейся на корню древесины была вырублена и вывезена. Вырубка лесных насаждений на значительной площади в бассейнах рек Кастово и Иваньчиха способствовала увеличению годового модуля стока воды.

В 1960-е годы часть территории Мантуровского участка заповедника была подвергнута интенсивной осушительной мелиорации. Магистральные каналы проходят по квартальным просекам, а впадающие в них дрены открытого типа расположены на расстоянии 150–200 м друг от друга. Значительная часть осушительной сети функционирует и в настоящее время.

Таким образом, для выявления изменений в природной среде, происшедших с момента прекращения хозяйственной деятельности и организации заповедника, необходимо проведение исследований, в том числе направленных и на изучение гидрологических показателей водоёмов.

**Цель работы** – картирование постоянных водотоков на территории заповед-

ника с выделением основных водосборов и изучение гидролого-морфологических показателей малых рек, протекающих на территории заповедника «Кологривский лес», с организацией дальнейшего мониторинга за их состоянием.

**Объект исследования.** Объектом исследований являются реки, протекающие на территории заповедника «Кологривский лес». Заповедник «Кологривский лес» расположен в Кологривском, Нейском, Парфеньевском, Чухломском муниципальных районах (Кологривский участок) и в Мантуровском районе (Мантуровский участок) Костромской области. По итогам землеустройства 2010 года площадь Кологривского участка составляет 48094,6 га, Мантуровского участка – 10845,0 га. Общая площадь заповедника 58939,6 га.

Все реки, протекающие по территории заповедника, относятся к бассейну реки Унжи, которая является левым притоком реки Волги. Река Унжа протекает по территории Вологодской и Костромской областей. Наиболее крупными притоками Унжи являются река Нея и река Вига (правые), а также река Межа (левый). Река Нея (протяжённость 253 км, площадь бассейна – 6060 км<sup>2</sup>) и река Вига (длина – 175 км, площадь бассейна – 3360 км<sup>2</sup>) берут начало на Галичской возвышенности, а река Межа (длина – 186 км, площадь бассейна – 2630 км<sup>2</sup>) образуется при слиянии рек Конюг и Мичуг, текущих с Северных Увалов.

Длина реки Унжи составляет 426 км, площадь бассейна – 28,9 тыс. км<sup>2</sup>. Большая часть водосборного бассейна представлена плоской и волнистой Унженской зандровой равниной с высотой 140–180 м над уровнем моря. Уклон реки – 0,15 м/км. Ширина речной долины достигает 3–5 км, глубина вреза составляет 25–30 м. Годовой гидрограф реки Унжи показан на рис. 1.

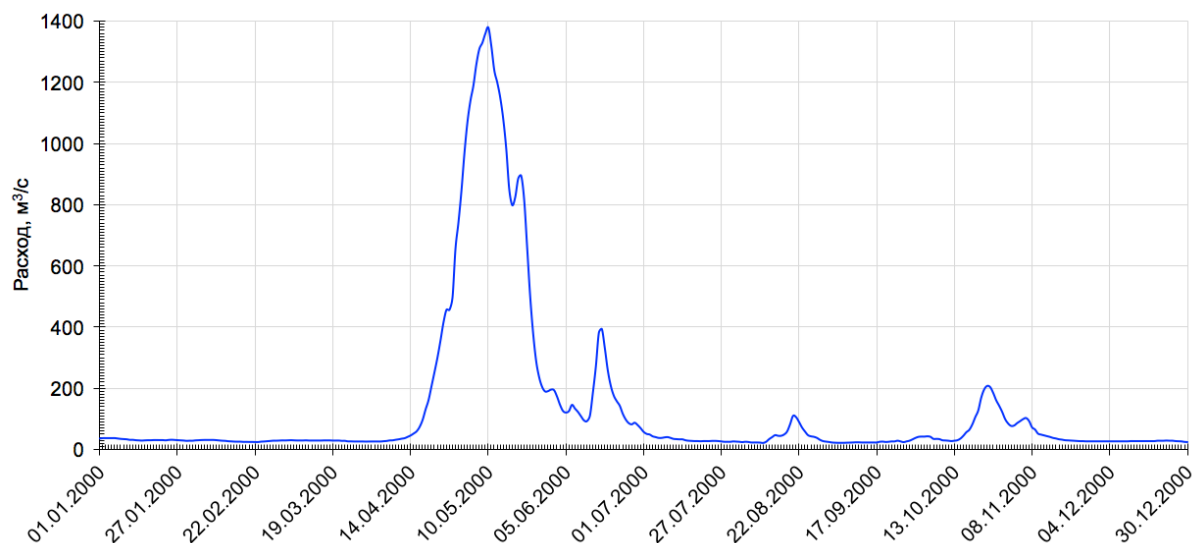


Рис. 1. Годовой гидрограф (река Унжа, город Кологрив)

Русло реки Унжи извилистое, коэффициент извилистости — около 1,4. Ширина русла в среднем и нижнем течении изменяется от 40 до 300 м, глубина в межень в среднем от 1 до 2 м (на перекатах 0,5–1,0 м, на плёсах местами до 5,0 м). В русле встречаются как небольшие по размерам осередки, так и довольно крупные острова, длиной до 625 м и шириной до 150 м (в районе посёлка Карьково), высотой над урезом 7–8 м. Русловые наносы, в основном, пески средне- и мелкозернистые, с включениями в базальном горизонте гравия, гальки и мелких валунов.

Поперечный профиль долины реки Унжи типичный ящикообразный, как правило, асимметричный, шириной по бров-

кам до 10 км, с широким (до 4 км) днищем и глубиной вреза долины, достигающей 50–75 м. Склоны долины преимущественно пологие (5–7°), но на подмываемых участках могут достигать крутизны 30°.

Объектами исследования на Кологривском участке заповедника являлись реки Понга, Лондушка, Сеха, Чёрная, Кисть, Вонюх, а на Мантуровском участке — река Кастово и её правый приток — река Иваньчиха. В связи с тем, что большая часть территории заповедника является труднодоступной, количество постов мониторинга за состоянием водотоков является ограниченным. Список точек, на которых проводились наблюдения и замеры, приведен в табл. 1.

Таблица 1

## Пункты наблюдения и проведения замеров

Река	Координаты	
	Широта	Долгота
Понга	43,77113	59,01187
Сеха	43,83062	58,92642
Чёрная	43,82855	58,92394
Лондушка	43,93226	58,89790
Вонюх	43,99572	58,80483
Кастово	44,60356	58,05623
Иваньчиха	44,60881	58,05476

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились с мая по сентябрь в течение 2014–2016 гг. на территории Кологривского и Мантуровского участков заповедника. В работе используются полевые материалы, собранные как на постоянных наблюдательных пунктах, так и во время маршрутных обследований. Все измерения проводились в трёхкратной повторности.

При описании рек в работе используется классификация малых рек, предложенная В.Л. Рохмистровым и С.С. Наумовым (табл. 2).

С целью изучения расхода воды на постах мониторинга выбирался прямолинейный участок русла, типичный для данной реки, для гидрометрического створа. Промерные вертикали створа располагались на расстоянии 2,0–2,5 м друг от друга в зависимости от реки. Расстояние между промерными точками составляло 0,5 м. Схема гидрометрического створа изображена на рис. 2.

По результатам промеров рассчитывались значения живого сечения реки, средней глубины, смоченного периметра и гидравлического радиуса. Для повышения точности вычисления расхода воды определялась средняя площадь сечения реки по формуле:

$$F = \frac{F_1 + 2F_2 + F_3}{4},$$

где:  $F$  – средняя площадь сечения,  $\text{м}^2$ ;  $F_1$  – площадь живого сечения верхнего створа,  $\text{м}^2$ ;  $F_2$  – площадь живого сечения главного створа,  $\text{м}^2$ ;  $F_3$  – площадь живого сечения нижнего створа,  $\text{м}^2$ .

Определение скорости течения реки проводилось при помощи поверхностного поплавка. Пуск поплавка осуществлялся на пусковом створе, а на нижнем створе фиксировалось значение скорости течения реки. После этого рассчитывалось значение расхода воды:

$$Q = Fv,$$

где:  $Q$  – расход воды,  $\text{м}^3/\text{сек}$ ;  $F$  – средняя площадь сечения,  $\text{м}^2$ ;  $v$  – скорость течения,  $\text{м}/\text{сек}$ .

Таблица 2

Классификация малых рек Ярославского Поволжья [8]

Характеристика	Длина, км	Водосбор, $\text{км}^2$	Расход, $\text{м}^3/\text{с}$
Незначительные	0-10	6,26	0,04
Очень малые	11-20	37,56	0,40
Самые малые	21-50	114,07	1,20
Среднемалые	50-100	318,01	4,10
Малые	101-250	4000,0	13,0

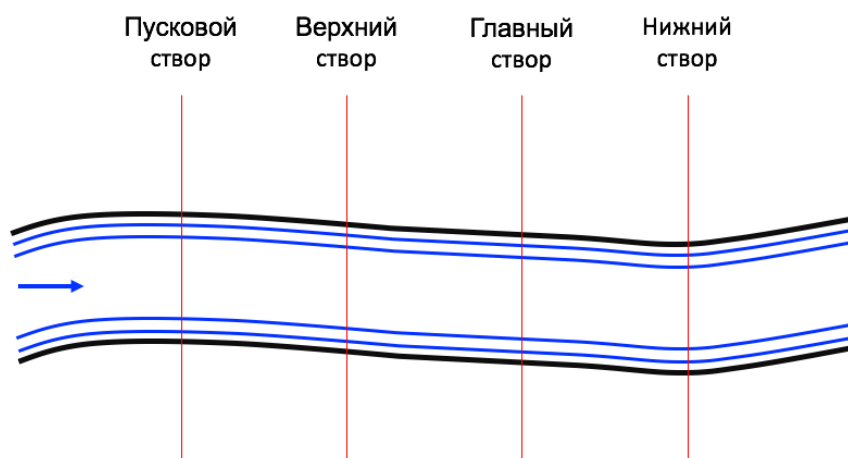


Рис. 2. Схема гидрометрического створа

Таблица 3

## Результаты определения живого сечения реки и расхода воды в меженной период

Река	Створ	Живое сечение, м <sup>2</sup>			Скорость течения, м/сек			Расход воды, м <sup>3</sup> /сек		
		Замер 1	Замер 2	Замер 3	Замер 1	Замер 2	Замер 3	Замер 1	Замер 2	Замер 3
Понга	Пусковой	2,23	2,51	2,40	0,49	0,47	0,47	1,15	1,17	1,28
	Верхний	3,67	2,86	3,36	0,40	0,49	0,44	1,53	1,43	1,57
	Главный	3,48	2,70	3,11	0,40	0,50	0,45	1,45	1,35	1,40
	Нижний	2,88	3,00	2,25	0,42	0,45	0,53	1,20	1,50	1,20
Лондушка	Пусковой	0,47	0,45	0,55	0,30	0,33	0,38	0,14	0,15	0,21
	Верхний	0,47	0,51	0,47	0,30	0,33	0,36	0,14	0,17	0,18
	Главный	0,77	0,69	0,76	0,30	0,32	0,38	0,23	0,23	0,29
	Нижний	0,70	0,45	0,63	0,30	0,33	0,38	0,21	0,15	0,24
Сеха	Пусковой	0,97	0,65	0,73	0,35	0,40	0,45	0,34	0,26	0,33
	Верхний	0,51	0,65	0,49	0,35	0,40	0,45	0,18	0,26	0,22
	Главный	0,86	0,93	0,84	0,35	0,40	0,45	0,30	0,37	0,38
	Нижний	0,66	0,83	0,62	0,35	0,40	0,45	0,23	0,33	0,28
Чёрная	Пусковой	0,11	0,14	0,14	0,34	0,41	0,35	0,04	0,06	0,05
	Верхний	0,16	0,16	0,23	0,37	0,41	0,35	0,06	0,07	0,08
	Главный	0,11	0,07	0,14	0,37	0,41	0,35	0,04	0,03	0,05
	Нижний	0,11	0,14	0,23	0,37	0,43	0,35	0,04	0,06	0,08
Вонюх	Пусковой	0,56	0,78	0,60	0,22	0,40	0,27	0,14	0,31	0,18
	Верхний	1,00	0,43	0,62	0,25	0,40	0,30	0,25	0,17	0,19
	Главный	0,64	0,53	0,57	0,25	0,40	0,29	0,16	0,21	0,17
	Нижний	0,96	0,53	0,80	0,25	0,40	0,30	0,24	0,21	0,24
Кастово	Пусковой	2,01	1,99	2,40	0,53	0,52	0,53	1,14	1,03	1,28
	Верхний	1,80	2,48	2,29	0,54	0,52	0,53	1,02	1,28	1,22
	Главный	1,75	2,23	2,40	0,57	0,52	0,53	0,99	1,15	1,28
	Нижний	2,31	2,34	2,31	0,57	0,52	0,52	1,31	1,21	1,23
Иваньчиха	Пусковой	0,58	0,69	0,81	0,45	0,53	0,48	0,26	0,37	0,39
	Верхний	0,76	0,67	0,77	0,43	0,48	0,48	0,34	0,36	0,37
	Главный	0,60	0,64	0,79	0,45	0,53	0,48	0,27	0,34	0,38
	Нижний	0,76	0,39	0,60	0,45	0,53	0,45	0,34	0,21	0,29

Результаты определения живого сечения реки и расхода воды приведены в табл. 3.

Средние расходы воды по створам, ошибки и достоверность определения средних значений приведены в табл. 4. На

5-процентном уровне значимости по  $t$ -критерию средние значения являются статистически значимыми ( $t_{расч} > t_{табл}$ ). Коэффициент вариации для всех вариантов не превышает 25,0 %, что указывает на однородность выборочных совокупностей.

Таблица 4

**Ошибки и достоверность определения среднего расхода воды (м<sup>3</sup>/сек)  
по створам в меженной период 2014–2016 гг.**

Река	Створ	Статистический показатель				
		$\bar{X}$	$m_{\bar{X}}$	$t_X$	$s$	$CV, \%$
Понга	Пусковой	1,20	0,04	29,69	0,07	5,83
	Верхний	1,51	0,04	37,00	0,07	4,68
	Главный	1,40	0,03	48,50	0,05	3,57
	Нижний	1,30	0,10	13,00	0,17	13,32
Лондушка	Пусковой	0,18	0,02	8,23	0,04	21,03
	Верхний	0,16	0,01	13,13	0,02	13,19
	Главный	0,25	0,02	12,50	0,03	13,86
	Нижний	0,20	0,03	7,56	0,05	22,91
Сеха	Пусковой	0,31	0,03	12,32	0,04	14,06
	Верхний	0,22	0,02	9,53	0,04	18,18
	Главный	0,35	0,03	13,91	0,04	12,45
	Нижний	0,28	0,03	9,70	0,05	17,86
Чёрная	Пусковой	0,05	0,01	8,66	0,01	20,00
	Верхний	0,07	0,01	12,12	0,01	14,29
	Главный	0,04	0,01	6,93	0,01	25,00
	Нижний	0,06	0,01	5,20	0,02	33,33
Вонюх	Пусковой	0,21	0,05	4,09	0,09	42,32
	Верхний	0,20	0,02	8,27	0,04	20,96
	Главный	0,18	0,02	11,78	0,03	14,70
	Нижний	0,23	0,01	23,00	0,02	7,53
Кастово	Пусковой	1,15	0,07	15,90	0,13	10,90
	Верхний	1,17	0,08	14,90	0,14	11,63
	Главный	1,14	0,08	13,59	0,15	12,74
	Нижний	1,25	0,03	40,92	0,05	4,23
Иваньчиха	Пусковой	0,34	0,04	8,41	0,07	20,59
	Верхний	0,36	0,01	39,72	0,02	4,36
	Главный	0,33	0,03	10,27	0,06	16,87
	Нижний	0,28	0,04	7,40	0,07	23,42

**Примечание:**  $\bar{X}$  – средняя арифметическая,  $m_{\bar{X}}$  – стандартная ошибка,  $t_X$  –  $t$ -критерий,  $CV$  – коэффициент вариации.

Средняя глубина реки определялась по формуле [9]:

$$h = \frac{S}{B},$$

где:  $h$  – средняя глубина реки, м;  $F$  – средняя площадь сечения, м<sup>2</sup>;  $B$  – средняя ширина реки, м.

Для вычисления таких показателей, как коэффициент извилистости русла и

уклон реки использовалась электронная карта заповедника, составленная на основе цифровой модели рельефа. Средствами QGIS определялись высотные отметки точек и длины горизонтальных проложений линий. Кроме того, в результате анализа цифровой модели рельефа средствами GRASS была составлена карта водосборов основных рек заповедника.

Коэффициент извилистости русла рек рассчитывался как отношение длины реки к кратчайшему расстоянию между устьем и истоком:

$$K = \frac{L}{I},$$

где:  $K$  – коэффициент извилистости,  $L$  – длина реки, м;  $I$  – кратчайшее расстояние между истоком и устьем, м.

Уклон реки рассчитывался как отношение величины падения реки к её длине, а падение реки представляет собой перепад высот между истоком и устьем:

$$Y = \frac{(H_1 - H_2)}{L},$$

где:  $Y$  – уклон реки, м/км;  $H_1 - H_2$  – падение реки, м;  $L$  – длина реки, км.

Кроме картографических материалов и материалов полевых обследований при описании водотоков использовались сведения из Государственного водного реестра и материалы ежегодно издаваемой заповедником «Летописи природы».

**Результаты и обсуждение.** Заповедник «Кологривский лес» состоит из двух изолируемых участков, которые имеют существенные отличия в рельефе, растительном покрове. В гидрологическом отношении эти участки также имеют различия.

На территории *Кологривского участка* заповедника протекают только малые реки, которые являются правыми притоками реки Унжи разных порядков. Протяжённость постоянных водотоков, в том числе по которым проходит граница заповедника, на территории этого участка составляет 236 км. Глубина и ширина рек изменяются как сезонно, так и на протяжении короткого периода при наличии обильных осадков.

Все реки имеют участки разной глубины: наименьшая глубина наблюдается на перекатах с каменисто-песчаными грунтами и скоростью течения до 1,0 м/с. В структуре рек присутствуют плёсы с глубиной более 1,0 м и скоростью течения 0,5 м/с, а также ямы, имеющие глубину 1,5–2,0 м при сильно замедленном тече-

нии. Многие реки характеризуются большими зарастающими открытыми малопроточными прибрежными участками и подвергаются значительному воздействию зоогенного фактора – деятельности бобров, воздействующих на гидрологический режим малых рек и приводящих, как отмечено М. Г. Синицыным и А. В. Русановым [10], к значительным изменениям стока и аккумуляции воды в бассейнах мелких лесных рек.

*Река Понга* – один из самых крупных водотоков на территории заповедника. Длина реки составляет 73 км, на протяжении 21,5 км проходит граница заповедника, полностью в границы заповедника не входит. Является среднемалой. Исток образован слиянием рек Лондушки и Сехи. Общая протяжённость притоков составляет 33,2 км. Наиболее крупными из них являются река Родля (левый, длина 10,1 км, очень малая), река Талица (левый, длина 5,2 км, незначительная), река Робля (левый, длина 5 км, незначительная).

Средняя глубина находится в диапазоне от 0,14 м на перекатах до 2,0 м на участках, подпруженных бобровыми плотинами. В районе постоянного наблюдательного поста средняя ширина реки составляет 8,2 м, средняя скорость течения – 0,3 м/с, расход воды в межень – 1,4 м<sup>3</sup>/сек, расход воды в половодье – 28,0 м<sup>3</sup>/сек, прозрачность – 0,60–0,75 м. Дно реки обильно зарастает макрофитами.

*Река Кисть* имеет длину 58 км, среднемалая. Полностью в границы заповедника не входит, по реке на протяжении 1,5 км проходит граница заповедника. Самым крупным притоком является река Юрманга (длина 8,5 км, незначительная, протяжённость притоков 14 км), длина в пределах заповедника составляет 6,9 км в верхнем течении.

*Река Вонюх* имеет длину 33 км, самая малая. Длина в пределах заповедника составляет 17,5 км в верхнем течении. Общая длина притоков – 21 км. Наиболее крупным притоком является река Анюж (правый, длина 8 км, незначительная). В

районе постоянного наблюдательного поста средняя ширина составляет 5,1 м, средняя скорость течения – 0,2 м/с, расход воды в межень – 0,3 м<sup>3</sup>/с, расход воды в половодье – 6,7 м<sup>3</sup>/с.

*Река Сеха* имеет длину 34 км, самая малая. Длина в пределах заповедника составляет 20,5 км (нижнее и среднее течение). Общая длина притоков – 32,7 км. Самым крупным притоком является река Чёрная (левый, длина 8,5 км, незначительная). В районе постоянного наблюдательного пункта средняя ширина составляет 5,0 м, средняя скорость течения – 0,25 м/с, расход воды в межень – 0,4 м<sup>3</sup>/с, расход воды в половодье – 7,5 м<sup>3</sup>/с.

В среднем течении река Сеха в мае 2014 года в конце половодья имела среднюю ширину 6,25 м, наибольшей ширины за период наблюдений река достигла в сентябре 2015 года (9,2 м) вследствие постройки бобровой плотины ниже по течению реки. Плотина была построена в конце лета 2014 года, после чего течение реки значительно ослабло (0,05–0,07 м/с), а в июне 2015 года практически отсутствовало.

Также, в динамике, после подпруживания реки, наблюдалось снижение прозрачности от 0,8–0,9 м (сентябрь, 2014 год) до 0,52 м (июнь, 2015 год). В динамике также значительно снижался расход воды: в 2014 году наименьшее значение было отмечено в сентябре (0,21 м<sup>3</sup>/с), в межень 2015 года он близился к нулевым значениям из-за отсутствия течения, а в сентябре, после пополнения реки дождевыми водами, был равен 0,11 м<sup>3</sup>/с. В летние месяцы 2016 года скорость течения на данном участке также была близка к нулевому значению.

Изученный участок в среднем течении реки Сеха сочетается как перекаты с каменисто-песчаным грунтом, так и более глубокие участки с небольшим течением, илисто-песчаным грунтом. Наиболее высокая скорость течения отмечена в мае 2015 года (0,83 м/с), наименьшая – в сентябре 2015 года (0,04 м/с), соответственно

изменялись величины расхода воды от 7,8 м<sup>3</sup>/с в мае до 0,07 м<sup>3</sup>/с в сентябре.

*Река Чёрная* вытекает из болота в 28 квартале заповедника и имеет длину 7 км (незначительная). Является левым притоком реки Сеха. На изучаемом участке в районе квартальной просеки между 22 и 23 кварталами заповедника наибольшей ширины река достигала в сентябре 2014 года (6,4 м) в результате выпадения обильных осадков, средняя ширина за весь период исследований на данном участке составила 5,5 м. Во все сезоны 2014–2016 гг. течение на исследованном участке практически отсутствовало из-за наличия бобровой плотины ниже по течению. Прозрачность воды снижается в летние месяцы, вследствие функционирования данного участка реки как стоячего водоёма и развития там фитопланктонных и зоопланктонных сообществ, в июне 2015 года прозрачность составила 0,35 м.

Река Чёрная в нижнем течении в районе постоянного наблюдательного пункта, недалеко от места впадения в реку Сеху, также перегорожена плотиной, выше которой течение замедлено, ниже может достигать в весенний период 0,45 м/с. На участке ниже плотины средняя ширина реки составляет 2,8 м. Наибольший расход воды в половодье наблюдался в 2014 году (2,68 м<sup>3</sup>/с), наименьший – в июне 2015 и 2016 гг. (0,05 м<sup>3</sup>/с) в связи со значительным замедлением скорости течения. Прозрачность воды в 2015 году снизилась до значения 0,5 м.

*Река Лондушка* имеет длину 26 км (самая малая). Полностью в пределы заповедника входит только 6,2 км в верхнем течении, ниже по реке проходит граница заповедника. В среднем течении реки в районе постоянного наблюдательного поста ширина составляет 4,5 м. Средняя глубина реки на изученном участке составила 0,4 м, средняя скорость течения – 0,2 м/с, расход воды в межень – 0,2 м<sup>3</sup>/с, расход воды в половодье – 2,9 м<sup>3</sup>/с. Наибольшая прозрачность наблюдается в



мае (0,75 м), наименьшие значения прозрачности отмечены в летний период.

В нижнем течении реки, вблизи впадения Лондушки в реку Понгу, средняя ширина составляет 4,9 м при средней глубине на перекатах 0,3 м. Прозрачность составляет в среднем 0,6 м, расход воды в меженной период находится в диапазоне 0,1–0,2 м<sup>3</sup>/с.

Для ключевых рек Кологривского участка заповедника был проведён анализ водосборов, которые показаны на карте (рис. 3). В границах заповедника находятся водосборные бассейны следующих рек: Понга, Лондушка, Вонюх, Монза, Нельша, Пасьма, Сеха, Кисть. Наибольшую водосборную площадь имеет река Сеха (28 % от площади участка) и река Нельша

(20 %). По 10–15 % от общей площади участка приходится на водосборы рек Понга, Кисть, Лондушка и Вонюх. Суммарно на водосборы рек Монза и Пасьма приходится менее 5 % от площади Кологривского участка заповедника.

Кологривский участок заповедника включает два ландшафта – Кологривский и Кистереченский. Кологривский ландшафт относится к классу возвышенных конечно-моренных равнин и для него характерны достаточно значительные абсолютные высоты (до 230 м на междуречьях). Данный ландшафт состоит из двух местностей, практически равных по площади. Граница местностей проходит меридионально по правому безымянному притоку реки Сехи.

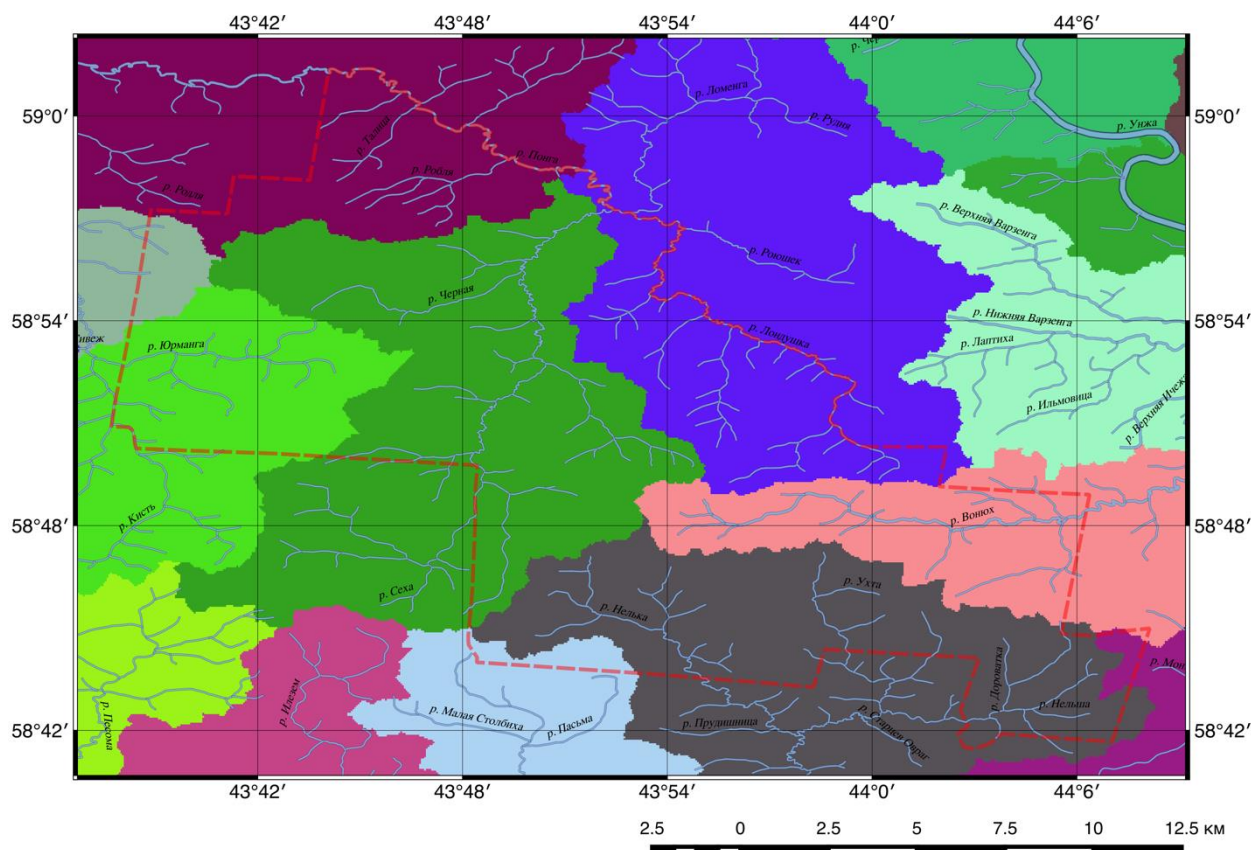


Рис. 3. Водосборы основных рек Кологривского участка заповедника (система координат Pulkovo 1995)

Восточная местность Кологривского ландшафта представляет собой плоско-волнистую равнину. Высотные отметки междуречий достигают 225 м, глубина врезания рек – 25 м. В данной местности протекает река Вонюх. Реки врезаны достаточно глубоко, русла сильно спрямлённые – коэффициент извилистости для реки Вонюх в границах заповедника и в целом для всего водотока составляет 1,7 (табл. 5). Величины падения весьма значительны – от 2,6 м/км и на некоторых участках могут достигать 5,6 м/км. В среднем величина падения составляет 3–4 м/км. Скорости течения всех рек, несмотря на это, невысоки и составляют в среднем 0,2 м/с. Местность отличается наибольшей во всём участке густотой эрозионной сети (мелких притоков рек и малых эрозионных форм).

Западная местность Кологривского ландшафта отличается несколько иным характером рельефа. Это округло-вершинная холмисто-грядовая равнина. Абсолютные высоты междуречий чуть меньше 220 м. Глубина врезания рек несколько меньше – до 20 м. Основные реки этого участка – верховья рек Сеха и Кисть. Для них характерна, прежде всего, практическая линейность русел – коэффициент извилистости не превышает 1,3. Величины падения в пределах этой территории имеют тенденцию к довольно резкому убыванию – река Сеха от 6,6 в исто-

ке до 1,0 м/км в устье. Скорости течения рек здесь в среднем составляют 0,3 м/с. Дренированность междуречий лучше, чем в восточной местности. Густота эрозионной сети этой местности заметно (в 1,5–2,0 раза) меньше, чем в восточной.

Кистереченский ландшафт Кологривского участка заповедника характеризуется моренным водно-ледниковым рельефом, преимущественно пологоволнистым. Здесь протекают наиболее крупные реки Кологривского участка заповедника – река Понга, река Кисть, река Сеха в среднем и нижнем течении. Максимальные высоты междуречий здесь не превышают 200 м, глубина врезания водотоков составляет 20–25 м.

Отличительной особенностью этой территории является развитие долин наиболее значительных рек в пределах долинных зандров. К ним относятся река Лондушка и река Сеха, образующаяся при их слиянии река Понга, река Кисть и её приток река Юрманга. Формирующиеся при этом долины имеют корытообразную или теснинообразную форму, ширина их достигает 1,2 км. Поймы рек (шириной до 300 м) осложняются старичными понижениями. Коэффициент извилистости русел достигает 1,8–2,0. Величины падения основных рек не превышают 1,5 м/км. Скорости течения в среднем течении составляют 0,2 м/с, в нижнем – достигают 0,3 м/с.

Таблица 5

Характеристика русел основных рек заповедника

Река	Коэффициент извилистости		Уклон реки, м/км	
	В границах заповедника	По всему водотоку	В границах заповедника	По всему водотоку
Понга	3,7	2,0	0,3	0,2
Сеха	1,5	1,3	1,9	1,0
Чёрная	1,1	1,1	2,9	2,9
Лондушка	1,6	1,6	2,1	2,1
Вонюх	1,7	1,7	3,0	3,4
Кастово	1,3	1,4	1,5	1,3
Иваньчиха	1,3	1,2	2,8	2,1

Самой крупной рекой является Понга. Долина её наиболее широкая (достигает 2 км) и осложняется надпойменной террасой. Ширина русла реки в верхнем течении – 12 м, в нижнем – достигает 15 м. Скорость течения составляет 0,3 м/с. В то же время русла самых малых водотоков – притоков основных рек, спрямлённые (коэффициент извилистости не превышает 1,1), величины падения достигают 4,6 м/км. Долины этих рек – узкие, форма долин является U-образной.

Вся территория Мантуровского участка заповедника относится к бассейну реки Кастово – левого притока 1 порядка реки Унжи. Общая протяжённость постоянных водотоков на территории этого участка заповедника – 61,6 км. Наиболее крупными водотоками являются река Кастово и река Иваньчиха. Русла всех рек являются слабоизвилистыми, на что указывает коэффициент извилистости. Так, для реки Кастово в границах заповедника коэффициент извилистости составляет 1,3, а по всему водотоку – 1,4, и для реки Иваньчиха в границах заповедника – 1,3, а по всему водотоку – 1,2.

Река Кастово имеет длину 39 км (самые малые), в пределах заповедника – 19,5 км. Общая длина притоков составляет 51 км. Наиболее крупными притоками являются река Иваньчиха (рассмотрена

далее) и река Зимняя (левый, длина 5,5 км, незначительная). По данным замеров на постоянном наблюдательном пункте средняя ширина составляет 7,0 м, средняя скорость течения – 0,35 м/с, расход воды в межень – 1,2 м<sup>3</sup>/с, расход воды в половодье – 23,5 м<sup>3</sup>/с.

Река Иваньчиха – правый приток реки Кастово. Длина составляет 25 км (самая малая), в границах заповедника – 12 км. Суммарная длина притоков 8 км. По данным замеров на постоянном наблюдательном пункте средняя ширина составляет 4,5 м, средняя скорость течения – 0,3 м/с, расход воды в межень – 0,3 м<sup>3</sup>/с, расход воды в половодье – 6,5 м<sup>3</sup>/с.

На рис. 4 изображён продольный профиль рельефа Мантуровского участка от северо-западного угла (широта 44.60721, долгота 58.07350) до юго-восточного (широта 44.75543, долгота 57.96298). При движении в сторону поймы реки Унжи (с юго-востока на северо-запад) наблюдается уменьшение высотных отметок от 150 до 115 м (уклон 2,3 м/км), что показано красной линией на рисунке. Наибольшим уклоном характеризуется река Иваньчиха – 2,8 м/км в границах заповедника и 2,1 м/км по всему водотоку. Для реки Кастово уклон в два раза меньше и в границах заповедника составляет 1,5 м/км, а по всему водотоку – 1,3 м/км.

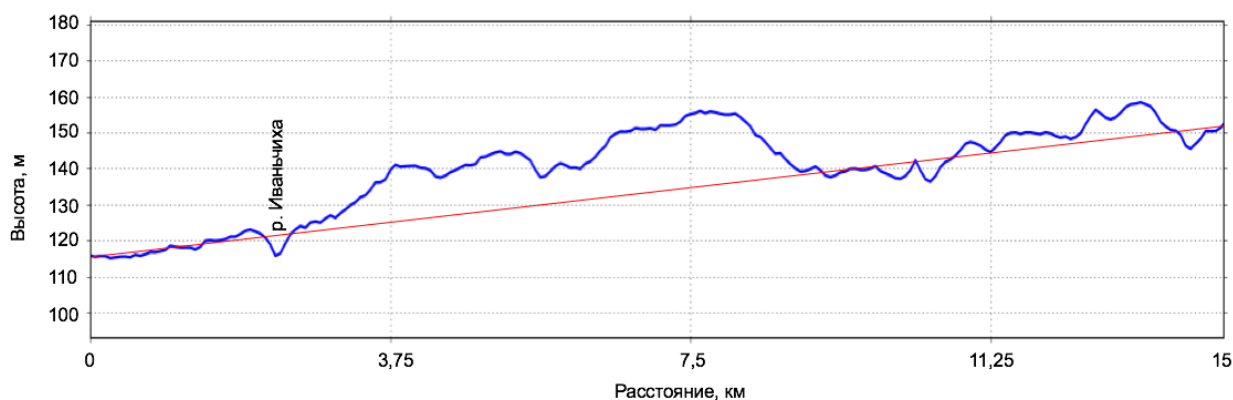


Рис. 4. Профиль рельефа Мантуровского участка заповедника

Самая верхняя ступень рельефа территории Мантуровского участка заповедника расположена выше 145 м абсолютной высоты и относится к плосковолнистой междуречной водно-ледниковой равнине днепровского возраста, сложенной мощными песками. Междуречья этого ландшафта слабо затронуты эрозией. Разделяющие холмы седловины в условиях затруднённого оттока влаги довольно интенсивно заболачиваются по верховому и переходному типу. Пологие склоны равнины осложнены древними ложбинами стока талых ледниковых вод, в настоящее время заболачивающимися. Современные эрозионные формы (долины малых рек и малые эрозионные формы – лощины и ложбины балочного типа) в большинстве своём наследуют эти древние врезы, что объясняет их значительную ширину. Из-за прорезания мощных песчаных толщ форма долин преимущественно U-образная. Поймы рек и днища малых эрозионных форм в большинстве своём заболочены. Русла рек слабоизвилистые (коэффициент извилистости в среднем составляет 1,2). Величины падения достигают 3,0 м/км.

Следующие две крупные ступени образованы придолинными зандровыми поверхностями. Они образуют приводораздельные террасовидные поверхности, с распространением заболоченных древнеледниковых форм. Их склоны достаточно протяжённые и более крутые, чем в описанном выше ландшафте. Унаследованность долин определяет их значительную выработанность. U-образная форма долин сохраняется и здесь. Ширина пойм рек достигает 50 м, пойма осложняется. Русла становятся меандрирующими с сегментными и иногда петлеобразными излучинами (коэффициент извилистости достигает

1,5–1,6). Величины падения составляют в среднем 1,2 м/км. Русла самых малых рек значительно более спрямлённые. Формирующиеся здесь малые эрозионные формы – выположенные ложбины практически не наследуют древние формы.

На западе участка расположена древнеаллювиальная равнина (третья надпойменная терраса реки Унжи), где речные долины становятся ещё более широкими. Пойма достигает ширины 70–80 м. Русла интенсивно меандрируют (коэффициент извилистости достигает 1,8–2,0), форма излучин в плане приближается к петлеобразным. Величины падения не превышают 1 м/км. В нижнем течении долины рек осложняются нерасчленённым комплексом надпойменных террас, поверхности которых (шириной до 200 м) значительно заболочены. Поверхность древнеаллювиальной равнины плоская и также достаточно сильно заболоченная.

**Заключение.** Результаты проведённого исследования показали, что реки заповедника «Кологривский лес» характеризуются ярко выраженным весенним половодьем, летне-осенней низкой меженью, которая прерывается паводками, и зимней меженью. Глубина, ширина рек, расход воды изменяются как сезонно, так и на протяжении короткого периода при наличии обильных осадков. На Кологривском участке большинство рек характеризуются большими зарастающими открытыми малопроточными прибрежными участками и подвергаются значительному воздействию зоогенного фактора – деятельности бобров. Реки Мантуровского участка заповедника значительно отличаются от рек Кологривского участка как по гидрологическим, так и по морфологическим показателям.

#### Список литературы

1. Дубенок Н.Н., Чернявин П.В., Лебедев А.В. и др. Динамика лесов заповедника «Кологривский лес» // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 3(31). С. 5–18.
2. Ефимов О.Е., Лебедев А.В., Чернявин П.В. Динамика распределения площадей по классам

бонитета, типам леса и типам лесорастительных условий заповедника «Кологривский лес» // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. №2-3. С. 31-33.

3. Кологривский лес: экологические исследования / сб. ст.: АН СССР, Институт эволюции, морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова; отв. ред. В.Е. Соколов. М.: Наука, 1986. 125 с.

4. Коренные темнохвойные леса южной тайги (резерват «Кологривский лес») / Ю.Д. Абагуров, А.В. Письмеров, А.Я. Орлов и др. М.: Наука, 1988. 220 с.

5. Лазарева Н.С., Преображенская Е.С., Попов С.Ю. Флора окрестностей Костромской таежной научно-опытной станции ИПЭЭ РАН и Мантуровского участка заповедника «Кологривский лес»: Монография // СПб.: ИЦ Интермедия, 2012. 89 с.

6. Марамохин Э.В., Малахова К.В. Качественный и количественный анализ фитопланкто-

на рек Понги и Лондушки заповедника «Кологривский лес» // Молодой ученый. 2014. № 12. С. 360-363.

7. Мухамедишин К.Д., Родин С.А., Неволлин Ю.И. Влияние сплошных концентрированных рубок на водоохранно-защитные функции лесов Ветлужско-Унженской равнины // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2003. № 3. С. 85-93.

8. Рохмистров В.Л., Наумов С.С. Физико-географические закономерности распределения речной сети Ярославского Нечерноземья // Географические аспекты рационального природопользования в Верхневолжском Нечерноземье: Межвуз. сб. научн. трудов. Вып. 206. Ярославль, 1984.

9. Антимонов Н.А. Исследования малых рек. Л.: Гидрометеиздат, 1950. 128 с.

10. Синицын М.Г., Русанов А.В. Влияние деятельности речного бобра на рельеф долин и русел малых рек Ветлужско-Унженского полесья // Геоморфология. 1990. № 1. С. 85-91.

Статья поступила в редакцию 24.07.17.

#### Информация об авторах

*ДУБЕНОК Николай Николаевич* – академик РАН, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой лесоводства и мелиорации ландшафтов, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Область научных интересов – агролесомелиорация, ресурсосберегающие технологии, использование мелиорированных земель. Автор 260 публикаций, в том числе девяти монографий.

*ЧЕРНЯВИН Павел Викторович* – директор, Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына». Область научных интересов – экология леса, природопользование, охрана природы. Автор четырех публикаций.

*ЛЕБЕДЕВ Александр Вячеславович* – ассистент кафедры лесоводства и мелиорации ландшафтов, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Область научных интересов – лесостроительство и лесная таксация, геоинформационные системы и технологии, анализ данных. Автор 18 публикаций, в том числе одной монографии.

*ГЕМОНОВ Александр Владимирович* – ассистент кафедры лесоводства и мелиорации ландшафтов, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Область научных интересов – лесное почвоведение, экология лесных сообществ, лесоведение и лесоводство. Автор 17 публикаций.

UDC 556.5:502.4(430.317)  
DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.58

## HYDROLOGICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PERMANENT WATER COURSES IN KOLOGRIVSKI FOREST NATURE RESERVE

*N. N. Dubenok<sup>1</sup>, P. V. Chernyavin<sup>2</sup>, A. V. Lebedev<sup>1</sup>, A. V. Gemonov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
49, Timiryazevskaya St., Moscow, Russian Federation, 127550

<sup>2</sup>Kologrivski Forest Nature Reserve,  
48, Nekrasova St., Kologriv, the Kostroma region, 157440, Russian Federation  
E-mail: avl1993@mail.ru

**Keywords:** *small rivers; nature reserve; Kologrivski Forest; hydrological indicators; morphological indicators.*

### ABSTRACT

**Introduction.** Water courses found on the territory of Kologrivski Forest Nature Reserve are currently understudied; the research attempts carried out on the territory of the nature reserve are random and fragmented. The work **aims** to map the permanent water courses on the territory of the nature reserve in order to define the main water sheds, and study hydrological- morphological indicators of small rivers found on the territory of Kologrivski Forest Nature Reserve, followed by monitoring of their state. **Materials and methods.** The research was carried out from May to September 2014-2016 in Kologrivski and Manturovski sites of the reserve. The work uses field data obtained from the permanent observance sites, as well as from en-route inspection. All the measurements were carried out in triple replication. **Results.** On the territory of Kologrivski site of the nature reserve there are only small rivers, the right tributaries of the Unzha river. All the rivers feature different depth parts: the least depth is observed on the rifts with stone-sandy bottoms and current velocity up to 1.0 m/c. The river structure features the reaches of over 1.0 m depth and current velocity of 0.5 m/c, and also pits of over 1.5-2.0 m depth with a considerably slow current. All the territory of Manturovski site of the nature reserve belongs to Kastovo river basin – the left tributary of the first order of the Unzha. The largest water courses are the Kastovo and Ivanchikha rivers. The riverbeds of all the rivers are relatively straight, which is proved by curvature coefficient. The value of this coefficient for the Kastovo river within the nature reserve is 1.3, and in terms of the whole water course the coefficient is 1.4. The value of the curvature coefficient of the Ivanchikha river in 1.3 within the reserve and 1.2 in terms of the whole water course. **Conclusions.** As a result of the carried out research it was found out that the rivers of Kologrivski Forest Nature Reserve are characterized by the obvious spring flood, summer and autumn low water periods interrupted by floods and winter low water periods. The depth and width of rivers, as well as water consumption vary depending on the season and for short periods of time depending on precipitations. The rivers found in the Kologrivski site of the nature reserve are characterized by large scale overgrowing open low flow riverbank areas and exposed to a considerable zoogenic factor – beavers. The rivers of the Manturovski site of the nature reserve significantly differ from the rivers of Kologrivski site in terms of hydrological and morphological indicators.

### REFERENCES

1. Dubenok N. N., Chernyavin P. V., Lebedev A. V. etc. Dinamika lesov zapovednika «Kologrivskij les» [Dynamics of the forest reserve "Kologrivsky Nature Reserve"]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo univepsiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*. [Vestnik of the Volga State Technological University. Ser.: Forest. Ecology. Natural Management]. 2016. No 3(31). P. 5-18.
2. Efimov O. E., Lebedev A.V., Chernyavin P. V. Dinamika raspredeleniya ploshchadej po klassam boniteta, tipam lesa i tipam lesorastitel'nykh uslovij zapovednika «Kologrivskij les» [Dynamics of the distribution of areas according to the classes of bonitet, types of forest and types of forests of the reserve "Kologrivsky Nature Reserve"]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Actual Problems of Humanitarian and Natural Sciences]. 2017. No 2-3. P. 31-33.
3. Kologrivskij les: ekologicheskie issledovaniya / sb. st.: AN SSSR, Institut evolyutsii, morfologii i ekologii zhivotnykh im. A.N. Severtsova [Kologrivsky Nature Reserve: environmental research /

collection of articles of the USSR, Institute of evolution, morphology and ecology of animals]. A. N. Severtsov; resp. ed. by V. E. Sokolov. Moscow: Nauka, 1986. 125 p.

4. Korennye temnokhvojnye lesa yuzhnoj tajgi (rezervat "Kologrivskij les") [Indigenous dark coniferous forests of southern taiga (reserve "Kologrivsky Nature Reserve")] / J. D. Abaturov, A.V. Pismerov, A. Y. Orlov, and other. Moscow: Nauka, 1988. 220 p.

5. Lazareva N.S., Preobrazhenskaya, E. S., Popov S. Yu. Flora okrestnostej Kostromskoj taezhnoj nauchnoopytnoj stantsii IPEE RAN i Manturovskogo uchastka zapovednika «Kologrivskij les» [Flora of the environs of Kostroma taiga scientific and experimental station of Institute of ecology and evolution of Russian Academy of Sciences and Manturovsky area of "Kologrivsky Nature Reserve"]. SPb.: IC Intermediya, 2012. 89 p.

6. Maramohin E.H.V., Malahova K.V. Kachestvennyj i kolichestvennyj analiz fitoplanktona rek Pongi i Londushki zapovednika «Kologrivskij les» [Qualitative and quantitative analysis of phytoplankton Pong and Landushka rivers of "Kologrivsky Nature Reserve"]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist]. 2014. No 12. P. 360-363.

7. Muhamedshin K.D., Rodin S.A., Nevoлин YU.I. Vliyanie sploshnykh kontsentrirrovannykh

rubok na vodookhranno-zashchitnye funktsii lesov Vetluzhsko-Unzhenskoj ravniny [Effect of continuous concentrated cutting for water-protective functions of forests of the Vetluga-Unzha plain]. *Vestnik MGUL – Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin]. 2003. No 3. P. 85-93.

8. Rohmistrov V.L., Naumov S.S. Fiziko-geograficheskie zakonomernosti raspredeleniya rechnoj seti Yaroslavskogo Nechernozem'ya [Physical and geographical regularities of distribution of the river network of Yaroslavl Nonblack Soil Zone]. *Geograficheskie aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya v Verkhnevolzhskom Nechernozem'e: Mezhdvuz. sb. nauchn. trudov* [Geographical aspects of environmental management in the upper Volga regions: Collection of scientific works]. Vol. 206. Yaroslavl, 1984.

9. Antimonov N.A. *Issledovaniya malykh rek* [Study of small rivers]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1950. 128 p.

10. Sinicyn M.G., Rusanov A. V. Vliyanie deyatel'nosti rechnogo bobra na rel'ef dolin i rusel malykh rek Vetluzhsko-Unzhenskogo poles'ya [Impact of beaver activities on terrain of valleys and riverbeds of small rivers Vetluga-Unzha woodland]. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. 1990. No 1. P. 85-91.

The article was received 24.07.17.

**For citation:** Dubenok N. N., Chernyavin P. V., Lebedev A. V., Gemonov A. V. Hydrological and Morphological Characteristics of Permanent Water Courses in kologrivski Forest Nature Reserve. *Vestnik of Volga State University of Technology*. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management. 2017. No 3(35). Pp. 58–72. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.58

#### Information about the authors

*DUBENOK Nikolai Nikolaevich* – Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Forestry and Landscape Melioration Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Research interests – agricultural melioration, resource efficient technologies, use of meliorated lands. Author of 260 publications including 9 monographs.

*CHERNIAVIN Pavel Viktorovich* – Director of Kologrivski Forest Nature Reserve. Research interests – forest ecology, nature management, nature protection. Author of 4 publications.

*LEBEDEV Aleksandr Viacheslavovich* – assistant of the Department of Forestry and Landscape Melioration Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Research interests – forest management and forest inventory, GIS, data analysis. Author of 18 publications including 1 monograph.

*GEMONOV Aleksandr Vladimirovich* – assistant of the Department of Forestry and Landscape Melioration Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Research interests – forest soil science, ecology of forest communities, forest management and forest science. Author of 17 publications.