АРХИТЕКТОНИКА БОРЕАЛЬНЫХ ВИДОВ ИВ ПОДРОДА *SALIX* И *VETRIX* DUMORT.

О. И. Недосеко

Арзамасский филиал ННГУ им. Н. И. Лобачевского,
Россия, г. Арзамас, ул. К. Маркса, 36
E-mail: nedoseko@bk.ru

ARCHITECTONICS OF BOREAL SPECIES IN THE SUBGENUS *SALIX* AND *VETRIX* DUMORT.

O. I. Nedoseko

Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Arzamas Branch,
36 K. Marx street, Arzamas, Russia

Аннотация. *Актуальность.* Основу познания закономерностей роста и развития растений составляют исследования их структурно-функциональной организации. Одно из успешно развивающихся направлений таких исследований – изучение архитектурных моделей древесных растений. В то же время широко распространенные виды ив Средней полосы европейской России из подродов *Salix* и *Vetrix* Dumort. исследованы в этом отношении недостаточно полно, что определило актуальность проведенной работы. *Цель:* разработать методику изучения структурно-функциональной организации двудомных древесных видов ив и на ее основе выделить и описать структурно-функциональные единицы – архитектурные модули – бореальных видов ив из подродов *Salix* и *Vetrix*. *Материалы и методы.* Архитектурные модули описаны у 15 бореальных видов ив подродов *Salix* и *Vetrix*. Для этого разработана методика, основанная на анализе трех признаков структурно-функциональной организации анализируемых видов: тип ветвления, размер зоны отмирания вегетативных побегов, долговечность вегетативных частей сережек. *Результаты.* У исследованных видов выделено 7 архитектурных модулей: с одно- и двухэтапно опадающими сережками на базе акро-, мезо- и базитонии, а также с условно неоппадающими сережками на базе акротонии. Установлено, что степень отмирания верхних метамеров годичных побегов коррелирует с развитием побегов из спящих почек: у низких кустарников такие побеги развиваются в 4–6 раз чаще, чем у деревьев и высоких кустарников. Определено, что архитектурные модули женских особей, в отличие от модулей мужских особей, сильнее разветвлены и содержат большее число годичных ассимилирующих побегов. Показано, что в кронах женских и мужских особей деревьев и высоких кустарников наибольшее разнообразие архитектурных типов характерно для верхних и срединных ветвей, а меньшее – для нижних ветвей. *Выводы.* Разработана методика, которая позволяет охарактеризовать все существующее разнообразие архитектурных модулей бореальных видов ив на основе следующих признаков: тип ветвления, размер зоны отмирания вегетативных побегов, долговечность вегетативных частей сережек. Установлено, что архитектурные модули отличаются у особей ив разного пола, развивающихся в разных условиях освещения.

Ключевые слова: род *Salix*, род *Vetrix*, бореальные виды ив, трехлетняя побеговая система, формула и схема трехлетней побеговой системы, архитектурный модуль.

Для цитирования: Недосеко, О. И. Архитектоника бореальных видов ив подрода *SALIX* и *VETRIX* DUMORT / О. И. Недосеко // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2017. – Vol. 2 (3). – <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2017-3-5>

Abstract. *Background.* The basis for understanding the patterns of plant growth and development is the research of their structural and functional organization. One of the successfully developing areas of this research is the study of architectural models of woody plants. At the same time, widespread species of willow in the middle belt of European Russia from subgenus *Salix* and *Vetrix* are not fully studied in this respect. The *goal* is to develop a methodology for studying the structural and functional organization of dioecious tree species and on its basis to identify and describe the main structural and functional units (architectural modules) of boreal species of willows of subgenus *Salix* and *Vetrix*. *Materials and methods.* Architectural modules are described for 15 boreal species in subgenus *Salix* and *Vetrix*. For this, a method based on the analysis of three features of the structural and functional organization of the species was developed: ramification type, the size of the vegetative shoots die-off zone and the longevity of the vegetative parts of the earrings. *Results.* 7 architectural modules have been identified in the examined species: one- and two-stage drop-down earrings on the basis of acro-, meso- and basitonium, and al-

so with conditionally non-decreasing earrings based on acrotonia. It is established that the degree of death of the upper metamers of annual shoots correlates with the development of shoots from sleeping buds: in low shrubs such shoots develop 4–6 times more often than in trees and high shrubs. It is determined that the architectural modules of female individuals, unlike male individuals, are more branched and contain a greater number of annual assimilative shoots. It is shown that maximum number of architectural types is characteristic of the upper and middle branches, and the smaller of the lower branches in the crowns of female and male individuals of trees and tall shrubs. **Conclusions.** The offered technique allows us to characterize all the existing variety of architectural modules of boreal species of willows. It is established that architectural modules differ in individuals of different sexes developing under different lighting conditions inside the crown.

Key words: genus *Salix*, genus *Vetrix*, boreal species of willow, three-year-old shoots system, formula and scheme of a three-year-old shoots system, architectural module.

For citation: Nedoseko O.I. Architectonics of boreal species in the subgenus *SALIX* and *VETRIX* DUMORT. Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2017;2(3). (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2017-3-5>

В морфологии растений широко распространено изучение надземных и подземных органов древесных растений разных природных зон с позиций концепции «архитектурных моделей», предложенной и развиваемой F. Halle с соавторами [1–3]. Под «архитектурными моделями» авторы понимают варианты формирования систем побегов, выявленных и детально проанализированных у тропических деревьев. «Архитектурная модель» – это результат деятельности верхушечной и интеркалярных меристем, развития верхушечных и пазушных почек и особенностей ветвления.

Архитектурная модель состоит из архитектурной единицы [4], которая повторяется в ходе онтогенеза. Изучение архитектурной единицы (архитектурного модуля) представляет собой трудоемкую задачу. Она подразумевает выявление осей всех категорий, образовавшихся в результате закономерного и соподчиненного развития, их взаимного расположения, длительности существования, последовательности появления и отмирания. Для того, чтобы описать архитектурную единицу, надо выявить не только качественные, но и количественные характеристики осей, а также проследить их развитие. Поскольку ветвление у деревьев может достигать 8–9 порядков, описать архитектурную единицу полностью очень трудно. Поэтому для характеристики кроны изучают особенности формирования наиболее мощных скелетных осей – ствола и отходящих от него самых мощных ветвей. Именно эти признаки по М. Т. Мазуренко [5] определяют конструкцию дерева.

Некоторые исследователи [6–8] считают, что использовать концепцию архитектурных моделей, разработанную F. Halle с соавторами в результате изучения структуры крон деревьев тропических лесов [1, 2, 9] при исследовании деревьев и кустарников умеренной зоны, невозможно. По мнению М. В. Костиной [8], это связано как с недостатками самой концепции,

так и с различиями в строении и ритмике развития древесных растений умеренной и тропической зон. Она считает неправильным то, что авторы концепции архитектурных моделей с разных позиций подходят к описанию деревьев с малым и большим порядком ветвления. Так, у сильноветвящихся деревьев, к которым относится большинство видов умеренной зоны (архитектурные модели Rauh и Troll), авторы не учитывают положение соцветий [1, 2, 9].

Исследования М. В. Костиной [8] выявили существенные отличия деревьев и кустарников тропической и умеренной зон. Она показала, что:

1) вследствие длительного сезонного покоя у видов деревьев и кустарников умеренной зоны по сравнению с тропической низка доля силлептических и пролептических побегов в составе кроны;

2) структура побегового тела деревьев и кустарников умеренной зоны определяется особенностями не только вегетативной, но и генеративной сферы.

В настоящее время исследования структуры крон видов рода *Salix* малочисленны и содержат обобщенную характеристику только вегетативных [10–17] или только генеративных побегов [11, 18, 19]. При этом генеративные побеги в конструкции крон ив рассматриваются как эфемерные, и их роль в формировании структуры кроны не исследуется.

По нашему мнению, использование основных положений концепции «архитектурных моделей» тропических деревьев к древесным растениям умеренной зоны вполне правомерно. При этом нужно учитывать, что эта концепция создавалась для деревьев, растущих в тропиках, и что при исследовании растений умеренной зоны необходимо делать поправки. При выделении архитектурных модулей в роде *Salix* мы опирались на работы F. Halle с соавторами [9], используя разработанные ими признаки: способ нарастания осей и положение соцветий.

Объекты и методика исследования

Объекты исследования – бореальные виды ив. В настоящей работе мы основываемся на классификации рода *Salix*, предложенной А. К. Скворцовым [11]. Исследовано 16 видов ив: 4 вида подрода *Salix* – *S. pentandra* L., *S. triandra* L., *S. euxina* I. V. Belyaeva, *S. alba* L.; 11 видов подрода *Vetrix* – *S. caprea* L., *S. cinerea* L., *S. myrsinifolia* Salisb., *S. aurita* L., *S. starkeana* Willd., *S. viminalis* L., *S. gmelinii* Pall., *S. lapponum* L., *S. acutifolia* Willd., *S. rosmarinifolia* L., *S. vinogradovii* A. Scvorts.; 1 вид подрода *Chamaetia* – *S. myrtilloides* L. Материал собран в 2012–2016 гг. на территории Арзамасского, Вадского, Дзержинского и Починковского районов Нижегородской области.

Для изучения архитектурных модулей разработана авторская методика, основанная на исследовании трехлетних побеговых систем (ТПС) молодых генеративных особей [20–27]. Выделены следующие модульные элементы: годичный побег, трехлетняя побеговая система,

ветвь от ствола, крона в целом. При этом ТПС рассматривается как архитектурный модуль.

Чтобы создать более полное представление о ТПС, необходимо исследовать четырехлетние ветки, так как на них видно, от каких узлов отходят трехлетние побеги. Изучение трехлетних побеговых систем проведено отдельно у женских и мужских особей, что позволило выявить гендерные отличия в структурной организации крон.

Трехлетние побеговые системы изучены на модельных ветвях из верхней, средней и нижней части кроны у деревьев и высоких кустарников, а также на основных скелетных осях у низких кустарников. Всего у деревьев (фото 1) и высоких кустарников высотой от 6–10 до 20 м изучено 6 особей (по 3 особи разного пола), у кустарников средней величины (фото 2) высотой до 5 м – 18 особей (по 9 особей разного пола), у низких кустарников (фото 3) высотой 1–2,5 м – 20 особей (по 10 особей разного пола).

Фото 1. Жизненная форма – одноствольное дерево *S. euxina* (средневозрастное генеративное состояние, высота 15 м)

Photo 1. Life form – monocormic tree *S. euxina* (middle-aged generative state, 15 m tall)

Фото 2. Жизненная форма – гипогенно-геоцидный кустарник *S. aurita*
(средневозрастное генеративное состояние, высота 4 м 90 см)

Photo 2. Life form – hypogeogenic-geocidal shrub *S. aurita*
(middle-aged generative state, 4.9 m tall)

Фото 3. Жизненная форма – эпигенно-геоцидный кустарник *S. rosmarinifolia*
(средневозрастное генеративное состояние, высота 1 м 85 см)

Photo 3. Life form – hypogeogenic-geocidal shrub *S. rosmarinifolia*
(middle-aged generative state, 1.85 m tall)

У каждой особи определено общее число трехлетних побеговых систем в кроне. У каждой побеговой системы детально изучен ход роста по годам с учетом числа трехлетних, двухлетних и однолетних побегов, их длины; пронумерованы узлы, от которых они отходили, и определено общее число узлов на побеге. Рассчитано отношение числа двухлетних побегов к числу трехлетних, на основании чего выделены типы архитектурных модулей (архитектурных единиц) и определено их процентное соотношение.

Для сопоставления числа модулей в кронах предложены формулы расположения побегов в трехлетних побеговых системах. Например:

$$1\left(\frac{7}{9}\right):2\left(\frac{8,11}{13}\right):5\left(\frac{5,7,8}{11};\frac{4,6}{9}\right).$$

Данная запись означает, что побегов последнего года вегетации 5, они отходят от узлов № 5, 7, 8 из 11 у первого двухлетнего побега и узлов 4, 6 из 9 у второго двухлетнего побега. Двухлетние побеги отходят от узлов № 8, 11 из 13 у трехлетнего побега, а сам трехлетний отходит от 7 узла из 9 у четырехлетнего побега.

Побеги, развивающиеся из спящих почек, помещены в квадратные скобки, а силлептические – в фигурных.

$$1\left(\frac{10}{10}\right):2\left(\frac{9,10}{10}\right):4\left(\frac{9\{1\}}{9};\frac{7\{1\},9,10}{10}\right);$$

$$1\left(\frac{6}{6}\right):2\left(\frac{9\{1\},10}{10}\right):5\left(\left[\frac{6}{10}\right];\frac{9}{9};\frac{6,9,10}{10}\right).$$

Формула расположения побегов включает соотношение побегов разного возраста с указанием в виде дроби номеров узлов, от которых они отходят (знаменатель) к их общему числу (числитель) на побегах.

Формула расположения побегов сопровождается схемой расположения побегов, представленной в цвете: удлиненные побеги обозначают красным цветом, промежуточные – зеленым, укороченные – черным. Границы годовичных побегов на схеме показывают разрывами, а силлептические побеги – без разрывов. На схеме необходимо показывать угол отхождения побегов (табл. 1).

Таблица 1

Примеры ТПС с различными побегами (красная линия – удлиненные побеги, зеленая – побеги средней длины, черная – укороченные побеги, синяя – силлептические побеги)

Table 1

Examples of three-year-old shoots systems (red line – long shoots, green line – middle-length shoots, black line – short shoots, blue line – sylleptic shoots)

ТПС			
Типы систем побегов	Система побегов, развивающаяся из почек возобновления	Система побегов, развивающаяся из почек возобновления и из спящей почки	Система побегов, развивающаяся из почек возобновления и содержащая силлептические побеги
Формула	$1\left(\frac{9}{9}\right):2\left(\frac{18,21}{23}\right):5\left(\frac{8,11,13}{15};\frac{7,9}{12}\right)$	$1\left(\frac{9}{9}\right):2\left(\frac{18,21}{23}\right):6\left(\left[\frac{14}{23}\right];\frac{8,11,13}{15};\frac{7,9}{12}\right)$	$1\left(\frac{9}{9}\right):2\left(\frac{18,21}{23}\right):5\left(\frac{8,11\{1\},13}{15};\frac{7\{1\},9}{12}\right)$
Схема расположения побегов			

Схема побегорасположения – взаимное расположение на плоскости побегов разного возраста с указанием длины и границ годовичных приростов, угла отхождения, наличия силлептических побегов.

Формула расположения побегов дополняет схему расположения побегов, и наоборот: так как в формуле не указаны длина побегов и угол их отхождения, то на схеме они показаны; на схеме не понятно, от каких узлов отходят побеги, а в формуле это зафиксировано. Предложенный способ характеристики побеговых систем можно использовать и для изучения четырех-пятилетних и более взрослых ветвей.

В предложенной методике для характеристики структурно-функциональной организации исследуемых видов используют несколько вариантов таблиц. Вначале создается сводная таблица, содержащая качественное и количественное соотношение типов и групп ТПС в составе верхних, средних и нижних модельных ветвей женских и мужских особей (для жизненных форм деревьев и высоких кустарников).

Затем формируют частные таблицы, где для каждого типа ТПС определяют группы и вари-

анты ТПС. Тип ТПС (архитектурный модуль) показывает соотношение числа двулетних побегов к числу трехлетних. Например, 1:1, 1:2, 1:3 и т.д. Группа ТПС учитывает не только соотношение числа двулетних побегов к числу трехлетних, но и число побегов последнего года вегетации к числу двулетних. При этом каждый тип ТПС может содержать несколько групп ТПС. Например, тип ТПС 1:1 может содержать следующие группы: 1:1:1, 1:1:2, 1:1:3, 1:1:4.

Вариант ТПС, кроме этого, учитывает силлептические побеги и побеги, развивающиеся из спящих почек, т.е. каждая группа ТПС может содержать несколько вариантов ТПС. Вариант ТПС хорошо виден на схеме расположения побегов (см. табл. 2). Именно в частных таблицах для каждого варианта ТПС указываются номера формул, которые затем используются в отдельной таблице. При этом формулы расположения побегов делятся на две подгруппы:

- 1) двулетние побеги, развивающиеся из верхних соседних узлов трехлетних побегов;
- 2) двулетние побеги, развивающиеся из нижних узлов трехлетних побегов (табл. 3).

Таблица 2

Варианты ТПС *S. cinerea* (эпигеогенно-геоцидный кустарник) в типах 1:3 и 1:4
(ОСО – основная скелетная ось; в скобках – номера формул побегообразования; красная линия – удлинненные побеги, зеленая – побеги средней длины, черная – укороченные побеги)

Table 2

Variants of three-year-old shoots systems (epigeogenic-geocidal shrub) in types 1:3 and 1:4
(OCO – main skeletal axis; in brackets – numbers of sprout formation formulae;
red line – long shoots, green line – middle-length shoots, black line – short shoots)

Тип ТПС	1:3							1:4		
Группа ТПС	1:3:3	1:3:4	1:3:5	1:3:6	1:3:7	1:3:8	1:3:13	1:3:14	1:4:6	1:4:7
Вариант ТПС										
№ ОСО	Женские особи									
1							2			
							(102-103)			
2										
3	1									
	(89)									
4			1	1	1				1	
			(96)	(98)	(99)				(106)	
5			1			1				

Таблица 3

Примеры оформления подгрупп ТПС

Table 3

Examples of composing three-year-old shoots systems subgroups

Группа ТПС	пол	№	Формула побегообразования	
			1 подгруппа	2 подгруппа
1:1:1	Жен.	1	$1\left(\frac{18}{19}\right):1\left(\frac{12}{12}\right):1\left(\frac{11}{11}\right)$	
		2	$1\left(\frac{16}{16}\right):1\left(\frac{11}{11}\right):1\left(\frac{10}{10}\right)$	
		3		$\left(\frac{17}{17}\right):1\left(\frac{13}{15}\right):1\left(\frac{12}{12}\right)$
		4		$1\left(\frac{17}{18}\right):1\left(\frac{12}{18}\right):1\left(\frac{7}{7}\right)$

Архитектурный модуль видов рода *Salix* – трехлетняя побеговая система, охарактеризованная по трем признакам: тип ветвления, размер зоны отмирания вегетативных побегов, долговечность вегетативных частей генеративных побегов.

Результаты исследования

У 8 видов ив исследовано 1247 ТПС, из них 664 ТПС мужских особей и 583 ТПС

женских. У женских особей каждого из перечисленных выше видов (кроме *S. acutifolia*) выявлено большее разнообразие типов ТПС по сравнению с мужскими особями. Наибольшее разнообразие типов ТПС характерно для *S. caprea* (9 типов ТПС), а наименьшее – для *S. rosmarinifolia* (4 типа ТПС) (табл. 4).

Таблица 4

Соотношение типов ТПС женских и мужских особей видов рода *Salix*
(условные обозначения: синий цвет – данные о мужских особях, красный – о женских)

Table 4

Correlation of three-year-old shoots systems types of female and male individuals of genus *Salix*
(blue colour – data on male individuals, red – female ones)

Вид	Тип ТПС								
	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:12
<i>S. caprea</i>	38.4	34.3	15.8	4.6	5	0.9	0.9		
	18	32.7	21.3	10.6	7.8	3.9	3.2	1.2	1.2
<i>S. euxina</i>	48.7	42.6	6.7	1.9					
	19.5	52.8	17.2	6.6	1.6	1.1	1.2		
<i>S. acutifolia</i>	55.9	31.9	8.8	0.9		2.3	0.9		
	30.2	54.1	13	0.9	1.8				
<i>S. gmelinii</i>	72.1	26.5	1.4						
	22.9	60.7	11.6	3.2		1.6			
<i>S. cinerea</i>	53.6	34.5	6.2		1.4	3.2			
	10.7	41.7	23.6	9.3	1.9	7.4	3.7	5.6	
<i>S. triandra</i>	47.8	28.9	14.9	8.3					
	11.3	33.3	22.9	15.2	3.7	7.8	4	1.9	
<i>S. rosmarinifolia</i>	55.9	22.4	20.4						
	35.9	38.7	25.5	1.5					
<i>S. starkeana</i>	47.5	28.7	18.1	5.1	1.3				
	13.4	37.8	23.8	13.5	7.8	3.7			

Следует отметить, что при подсчете ассимилирующих (годичных) побегов в составе ТПС особей разного пола выяснилось, что у женских

особей их в 1,3–1,7 раза больше, чем у мужских (табл. 5).

Таблица 5

Соотношение годичных ассимилирующих побегов в кронах мужских и женских особей изученных видов рода *Salix*

Table 5

Correlation of annual assimilating shoots in crowns of male and female individuals of genus *Salix* studied species

Вид	Признаки	
	Число ассимилирующих побегов	
	Мужские особи	Женские особи
<i>S. caprea</i>	391 (41 %)	563 (59 %)
<i>S. euxina</i>	432 (41,3 %)	615 (58,7 %)
<i>S. acutifolia</i>	280 (43,7 %)	361 (56,3 %)
<i>S. gmelinii</i>	206 (44,1 %)	261 (55,8 %)
<i>S. cinerea</i>	290 (41 %)	417 (59 %)
<i>S. triandra</i>	414 (38,8 %)	653 (61,2 %)
<i>S. starkeana</i>	471 (36,7 %)	812 (63,3 %)
<i>S. rosmarinifolia</i>	506 (49 %)	524 (51 %)

У деревьев и высоких кустарников разные части кроны отличаются по соотношению годичных ассимилирующих побегов: наибольшее

их число в средней и верхней частях кроны, а наименьшее – в нижней (табл. 6).

Таблица 6

Доля участия годичных ассимилирующих побегов в кронах мужских и женских особей деревьев и высоких кустарников рода *Salix*

Table 6

Participation ratio of annual assimilating shoots in crowns of male and female individuals of trees and tall shrubs of genus *Salix*

Вид	Признаки	
	Число ассимилирующих побегов	
	Мужские особи	Женские особи
Верхняя модельная ветка		
<i>S. caprea</i>	154 (39,4 %)	292 (51,9 %)
<i>S. euxina</i>	155 (35,9 %)	225 (36,6 %)
<i>S. acutifolia</i>	104 (37,1 %)	137 (38 %)
<i>S. gmelinii</i>	73 (35,4 %)	107 (41 %)
Срединная модельная ветка		
<i>S. caprea</i>	134 (34,3 %)	140 (24,9 %)
<i>S. euxina</i>	142 (32,9 %)	220 (35,8 %)
<i>S. acutifolia</i>	122 (43,6 %)	137 (38 %)
<i>S. gmelinii</i>	83 (40,3 %)	89 (34 %)
Нижняя срединная ветка		
<i>S. caprea</i>	103 (26,3 %)	131 (23,7 %)
<i>S. euxina</i>	135 (31,3 %)	170 (27,6 %)
<i>S. acutifolia</i>	54 (19,3 %)	87 (24 %)
<i>S. gmelinii</i>	50 (24,3 %)	65 (24,9 %)

У деревьев в структуре модельных ветвей преобладают типы ТПС 1:1 и 1:2, которые у мужских особей встречаются примерно в одинаковых количествах, а у женских – резко преобладает тип ТПС 1:2 (рис. 1).

У кустарников в структуре кроны мужских особей ив преобладает тип ТПС 1:1, а женских – тип ТПС 1:2 (см. рис. 1). Только у женских особей *S. rosmarinifolia* соотношение ТПС 1:1 и 1:2 примерно одинаковое и число ассимилирующих

годовых побегов в составе ТПС такое же, как и у мужских особей. Возможно, это связано с большой компактностью побегов кроны, так как угол отклонения побегов этого вида составляет всего 15–20° и нахождение большого числа разветвленных побегов было бы затруднительно.

Анализируя соотношение различных типов ТПС по подгруппам можно констатировать, что в типах ТПС первой подгруппы большинства мужских особей преобладает тип ТПС 1:1, а женских 1:2 (рис. 2).

Рис. 1. Соотношение различных типов ТПС в кронах изученных видов древовидных ив:
а – женских; б – мужских (1 – *S. caprea*; 2 – *S. euxina*; 3 – *S. acutifolia*; 4 – *S. gmelinii*;
5 – *S. cinerea*; 6 – *S. triandra*; 7 – *S. rosmarinifolia*; 8 – *S. starkeana*)

Fig. 1. Correlation between different three-year-old shoots systems types in crowns of willow trees studied species
а – female; б – male (1 – *S. caprea*; 2 – *S. euxina*; 3 – *S. acutifolia*; 4 – *S. gmelinii*;
5 – *S. cinerea*; 6 – *S. triandra*; 7 – *S. rosmarinifolia*; 8 – *S. starkeana*)

Рис. 2. Соотношение типов ТПС первой подгруппы особей изученных видов ив:
а – женских; б – мужских (1–8 – см. рис. 1)

Fig. 2. Correlation between three-year-old shoots systems types of the first subgroup of individuals of the studied willow trees: а – female; б – male (1–8 – see fig. 1)

В типах ТПС второй подгруппы женских особей преобладает тип 1:2 и 1:3; у большинства видов мужских особей также преобладает тип ТПС 1:1, но у ивы ломкой – тип ТПС 1:2, ивы козьей – тип 1:3 (рис. 3).

Анализ числа ТПС с годовыми побегами, развивающимися из спящих почек, показал, что они встречаются у низких кустарников в 3–6 раз чаще, чем у деревьев (рис. 4, 5).

Рис. 3. Соотношение типов ТПС второй подгруппы особей изученных видов ив:
а – женских; б – мужских (1–8 – см. рис. 1)

Fig. 3. Correlation between three-year-old shoots systems types of the second subgroup of individuals of the studied willow trees: а – female; б – male (1–8 – see fig. 1)

Рис. 4. Соотношение ТПС с годовыми побегами, развивающимися из спящих почек у женских особей ив разных жизненных форм (деревья: 1 – *S. caprea*, 2 – *S. euxina*; высокие кустарники: 1 – *S. acutifolia*, 2 – *S. gmelinii*; кустарники средней величины: 1 – *S. cinerea*, 2 – *S. triandra*; низкие кустарники: 1 – *S. starkeana*, 2 – *S. rosmarinifolia*)

Fig. 4. Correlation between three-year-old shoots systems with annual shoots developing from sleeping buds in willow female individuals of different life forms (trees: 1 – *S. caprea*, 2 – *S. euxina*; tall shrubs: 1 – *S. acutifolia*, 2 – *S. gmelinii*; middle shrubs: 1 – *S. cinerea*, 2 – *S. triandra*; short shrubs: 1 – *S. starkeana*, 2 – *S. rosmarinifolia*)

Рис. 5. Соотношение ТПС с годовыми побегами, развивающимися из спящих почек у мужских особей ив разных жизненных форм (деревья: 1 – *S. caprea*, 2 – *S. euxina*; высокие кустарники: 1 – *S. acutifolia*, 2 – *S. gmelinii*; средние кустарники: 1 – *S. cinerea*, 2 – *S. triandra*; низкие кустарники: 1 – *S. starkeana*, 2 – *S. rosmarinifolia*, 3 – *S. cinerea* жизненной формы полуводный длиннохлористый стланник)

Fig. 5. Correlation between three-year-old shoots systems and annual shoots developing from sleeping buds in male individuals of different life forms of willows (trees: 1 – *S. caprea*, 2 – *S. euxina*; tall shrubs: 1 – *S. acutifolia*, 2 – *S. gmelinii*; middle shrubs: 1 – *S. cinerea*, 2 – *S. triandra*; short shrubs: 1 – *S. starkeana*, 2 – *S. rosmarinifolia*, 3 – *S. cinerea* of life form semiaquatic long-xylorithic scrub)

Структура ТПС зависит от типа ветвления: у деревьев и высоких кустарников – акротония; у средних и низких кустарников – мезо- и базитония. Тип ветвления коррелирует с числом отмирающих верхних метамеров: у

жизненных форм деревьев и высоких кустарников на побеге отмирает 1–2, а у средних по размерам кустарников – до 4, у низких кустарников – до половины метамеров побега (табл. 7, рис. 6).

Таблица 7

Соотношение отмирающих метамеров годовых побегов изученных видов рода *Salix*

Table 7

Correlation between dying metamers of annuals shoots of genus *Salix* studied species

Вид	Признаки		
	Общее число метамеров побега	Число отмирающих верхних метамеров	% отмирающих метамеров от общего числа на годовичном побеге
<i>S. caprea</i>	18–22	1–2	5,6–9,1
<i>S. euxina</i>	18–24	1–2	5,6–8,3
<i>S. acutifolia</i>	16–22	1–2	6,3–9,1
<i>S. gmelinii</i>	19–26	1–2	5,8–7,7
<i>S. cinerea</i>	17–21	2–4	11,8–19
<i>S. triandra</i>	21–24	3–4	14,3–16,7
<i>S. rosmarinifolia</i>	17–24	7–12	41,2–50
<i>S. starkeana</i>	16–25	5–13	31,3–52

Кроме того, структура ТПС зависит от этапности опадения сережек. По этому признаку сережки разделены на три группы: одноэтапно-оппадающие (*S. caprea*, *S. vinogradovii*, *S. gmelinii*, *S. acutifolia*, *S. viminalis*, *S. aurita*, *S. lapponum*); двухэтапно-оппадающие (*S. alba*, *S. euxina*, *S. triandra*, *S. cinerea*, *S. myrsinifolia*, *S. starkeana*, *S. rosmarinifolia*, *S. myrtilloides*) и условно неоппадающие (у мужских

особей *S. pentandra* нижняя олиственная часть генеративных побегов, а у женских особей и коробочки с семенами остаются в составе кроны до весны). Так как у двухэтапно-оппадающих сережек их нижняя олиственная часть остается на двухлетнем побеге до осени, то их, как и условно-неоппадающие сережки, необходимо учитывать в составе ТПС (табл. 8).

Рис. 6. Соотношение отмирающих метамеров годичных побегов в системе ТПС видов ив разных жизненных форм: а – высокие деревья и кустарники; б – кустарники средней величины; в – низкие кустарники (красным цветом показаны отмирающие метамеры и группы метамеров)

Fig. 6. Correlation between dying metamers of annual shoots in the system of three-year-old shoots types of willows of different life forms: а – tall trees and shrubs; б – middle height shrubs; в – short shrubs (red colour shows dying metamers and groups of metamers)

Таблица 8

Признаки генеративных побегов некоторых видов рода *Salix*

Table 8

Features of generative shoots of some species of genus *Salix*

Вид	Признаки			
	Длина нижней части генеративного побега, см	Число листьев на нижней части генеративного побега	Листовые пластинки нижней части генеративного побега	
			Длина, см	Ширина, см
<i>S. alba</i>	1,3–1,5	1–3	2,5–3,5	0,6–0,8
<i>S. euxina</i>	1–1,5	2–4	1,8–2,2	0,5
<i>S. triandra</i>	1,9–2,7	4–6	2,7–4	1–1,2
<i>S. cinerea</i>	1–1,4	2–3	1,5–2,1	0,5–0,7
<i>S. myrsinifolia</i>	0,3	2–3	1,2	0,6
<i>S. starkeana</i>	1,1–2,1	5–9	1,7–2,2	0,8–1,1
<i>S. rosmarinifolia</i>	0,3	2–3	0,8–1	0,2–0,4
<i>S. myrtilloides</i>	0,6–1,7	4–5	1,6–1,8	0,3–0,8

С учетом строения генеративных побегов и встраивания их в конструкцию кроны, а также учитывая тип ветвления побегов у изученных

видов можно выделить следующие архитектурные модули (табл. 9).

Таблица 9

Признаки архитектурных типов (ТПС) изученных видов рода *Salix*

Table 9

Features of architectural types (three-year-old shoots systems) of genus *Salix* studied species

Жизненная форма	Деревья			Высокие кустарники		Средние кустарники		Низкие кустарники	
Тип ветвления	акротония			акротония		мезотония		базитония	
Схема ТПС									
Тип сережек	Одноэтапные	Двухэтапные	Неопадающие	Одноэтапные	Двухэтапные	Одноэтапные	Двухэтапные	Одноэтапные	Двухэтапные
Примеры	<i>S. caprea</i>	<i>S. alba</i> <i>S. eufratica</i>	<i>S. pentandra</i>	<i>S. vinogradovii</i> <i>S. gmelinii</i> <i>S. acutifolia</i> <i>S. viminalis</i>	<i>S. myrsinifolia</i>	<i>S. aurita</i>	<i>S. triandra</i> <i>S. cinerea</i>	<i>S. lapponum</i>	<i>S. starkeana</i> , <i>S. rosmarinifolia</i> , <i>S. myrtilloides</i>

1 – модуль I, развивающийся на базе акротонии с одноэтапно-оппадающими сережками. Характерен для высоких кустарников и деревь-

ев (*S. caprea*, *S. vinogradovii*, *S. gmelinii*, *S. acutifolia*, *S. viminalis*) (рис. 7);

Рис. 7. Архитектурный модуль I (красным цветом показаны отмирающие части побегов и опадающие части сережек).

Условные обозначения: ○ – спящая почка; ○ – вегетативная почка; ● – генеративная почка; — – лист; — – почечная чешуя; ○ – соцветие; — – вегетативная часть генеративного побега

Fig. 7. Architectural module I (red colour shows dying parts of shoots and falling parts of catkins).

Legend: ○ – sleeping bud; ○ – vegetative bud; ● – generative bud; — – leaf; — – bud scale; ○ – blossom cluster; — – vegetative part of generative shoot

2 – модуль II, основанный на акротонии с двухэтапно-оппадающими сережками. Характерен для деревьев и высоких кустарников (*S. alba*, *S. euxina*, *S. myrsinifolia*) (рис. 8);

3 – модуль III, основанный на акротонии с условно-неоппадающими сережками. Характерен для *S. pentandra* (рис. 9);

4 – модуль IV, основанный на мезотонии с одноэтапно-оппадающими сережками. Характерен для кустарников средней величины (*S. aurita*, рис. 10);

5 – модуль V, основанный на мезотонии с двухэтапно-оппадающими сережками. Характерен для кустарников средней величины (*S. triandra*, *S. cinerea*) (рис. 11);

Рис 8. Архитектурный модуль II (красным цветом показаны отмирающие части побегов и опадающие части сережек, условные обозначения – см. рис. 7)

Fig. 8. Architectural module II (red colour shows dying parts of shoots and falling parts of earrings, legend – see Fig. 7)

Рис. 9. Архитектурный модуль III (красным цветом показаны отмирающие части побегов, условные обозначения – см. рис. 7)

Fig. 9. Architectural module III (red colour shows dying parts of shoots, legend – see Fig. 7)

6 – модуль VI, основанный на базитонии с одноэтапно-оппадающими сережками. Характерен для низких кустарников (*S. lapponum*) (рис. 12);

7 – модуль VII, основанный на базитонии с двухэтапно-оппадающими сережками. Характерен для низких кустарников *S. starkeana*, *S. rosmarinifolia*, *S. myrtilloides* (рис. 13).

Рис. 10. Архитектурный модуль IV (красным цветом показаны отмирающие части побегов и опадающие части сережек, условные обозначения – см. рис. 7)

Fig. 10. Architectural module IV
(red colour shows dying parts of shoots and falling parts of earrings, legend – see Fig. 7)

Рис. 11. Архитектурный модуль V (красным цветом показаны отмирающие части побегов и опадающие части сережек, условные обозначения – см. рис. 7)

Fig. 11. Architectural module V
(red colour shows dying parts of shoots and falling parts of earrings, legend – see Fig. 7)

Рис. 12. Архитектурный модуль VI (красным цветом показаны отмирающие части побегов и опадающие части сережек, условные обозначения – см. рис. 7)

Fig. 12. Architectural module VI
(red colour shows dying parts of shoots and falling parts of earrings, legend – see Fig. 7)

Рис. 13. Архитектурный модуль VII (красным цветом показаны отмирающие части побегов и опадающие части сережек, условные обозначения – см. рис. 7)

Fig. 13. Architectural module VII
(red colour shows dying parts of shoots and falling parts of earrings, legend – see Fig. 7)

Выделенные архитектурные модули приведены для типов ТПС 1:1 и 1:2, но, учитывая их план строения, можно составить архитектурные модули и для других типов ТПС.

Выводы

1. У исследованных видов ив выделено 7 архитектурных модулей: 3 модуля – у деревьев и высоких кустарников, по 2 модуля – у кустарников средней величины и низких кустарников.

2. Специфические особенности архитектурных модулей обусловлены интенсивностью отмирания верхних метамеров побегов, связанным с ней типом ветвления, а также долговечностью вегетативных частей генеративных побегов.

3. Степень отмирания верхних метамеров годовичных побегов коррелирует с развитием побегов из спящих почек: у низких кустарников (отмирает 31,3–52 % метамеров побегов) такие

побеги развиваются в 4–6 раз чаще, чем у жизненных форм деревьев и высоких кустарников (отмирает 5,6–9,1 % метамеров побега).

4. Архитектурные модули имеют гендерные отличия, проявляющиеся в большей степени разветвленности и большем числе годичных ассимилирующих побегов у женских особей. Женские растения в отличие от мужских тратят органические вещества не только на формирование цветков, но и на образование семян и плодов, а для этого им нужна большая ассими-

лирующая поверхность. Вероятно, поэтому женские растения более разветвлены по сравнению с мужскими.

5. У мужских и женских особей деревьев и высоких кустарников верхние, срединные и нижние ветви в кронах отличаются качественно (по числу архитектурных типов ТПС) и количественно (долей участия архитектурных типов ТПС): наибольшее число типов архитектурных модулей характерно для верхних и срединных модельных ветвей, а наименьшее – для нижних.

Библиографический список

1. Halle, F. Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux / F. Halle, R. A. A. Oldemann // Paris : Masson, 1970. – 178 p.
2. Halle, F. The concept of architectural models in vascular plants / F. Halle // XII Междунар. ботан. конгресс : тез. докл. – Л. : Наука, 1975. – Т. 1. – С. 216.
3. Tomlinson, F. B. Branching and axis differentiation in tropical trees / F. B. Tomlinson // Tropical trees as living systems. – Cambridge : Univ. Press., 1978. – P. 187–207.
4. Barthelemy, D. Plant architecture: A dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny / D. Barthelemy, Y. Caraglio // Ann. Bot. – 2007. – Vol. 99. – P. 375–407.
5. Мазуренко, М. Т. Кустарники рода *Salix* L. (*Salicaceae*) Северо-Востока России, структура и морфогенез / М. Т. Мазуренко // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2008. – Т. 113. – Вып. 5. – С. 36–42.
6. Антонова, И. С. Архитектурные модели кроны древесных растений / И. С. Антонова, О. В. Азова // Ботанический журнал. – 1999. – Т. 84. – № 3. – С. 10–32.
7. Федорова, А. И. Тополя в озеленении городов / А. И. Федорова // Экология большого города: альманах. – М. : Прима-М, 2003. – Вып. 8. – С. 126–129.
8. Костина, М. В. Генеративные побеги древесных покрытосеменных растений умеренной зоны : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.05 / Костина Марина Викторовна. – М., 2009. – 40 с.
9. Halle, F. Tropical trees and Forest / F. Halle, R. A. A. Oldemann, P. B. Tomlinson // An Architectural Analysis. – N.Y. : Springer-Verlag, 1978. – 312 p.
10. Гашева, Н. А. К методике структурного изучения побеговых модулей *Salix* / Н. А. Гашева // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2012. – № 12. – С. 99–110.
11. Скворцов, А. К. Ивы СССР (систематический и географический обзор) / А. К. Скворцов. – М. : Наука, 1968. – 255 с.
12. Минеева, О. Н. Особенности роста и структуры побегов ивы монетолистной в связи с оценкой продуктивности тундровых сообществ / О. Н. Минеева // Продуктивность и рациональное использование растительности Урала. – Свердловск : Урал. фил. АН СССР, 1980. – С. 131–138.
13. Дервиз-Соколова, Т. Г. Морфология ив Северо-Востока СССР в связи с проблемами жизненных форм покрытосеменных растений : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.05 / Т. Г. Дервиз-Соколова. – М., 1982. – 53 с.
14. Полозова, Т. Г. Жизненные формы кустарниковых видов *Salix* (*Salicaceae*) на острове Врангеля / Т. Г. Полозова // Ботанический журнал. – 1990. – Т. 75. – № 12. – С. 1700–1712.
15. Недосеко, О. И. Онтоморфогенез *Salix pentandra* L., *Salix caprea* L., *Salix cinerea* L. : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Недосеко Ольга Ивановна. – М. : МПГУ, 1993. – 16 с.
16. Гетманец, И. А. Морфологические особенности побегов и жизненные формы *Salix rosmarinifolia* L., *Salix repens* L. / И. А. Гетманец // Успехи экологической морфологии растений : межвуз. сб. науч. тр. – М. : Прометей, 1994. – С. 20–21.
17. Гетманец, И. А. Экологическое разнообразие и биоморфология рода *Salix* L. Южного Урала : дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.08 – Экология / Гетманец И. А. – Омск, 2011. – 330 с.
18. Дервиз-Соколова, Т. Г. Строение побегов ив разных жизненных форм (на примере ив Чукотки) / Т. Г. Дервиз-Соколова // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 1974. – № 2. – С. 71–81.
19. Костина, М. В. Природа почечных чешуй в семействе *Salicaceae* / М. В. Костина // Ботанический журнал. – 2012. – Т. 97. – № 5. – С. 583–592.
20. Недосеко, О. И. Архитектоника ив на примере ивы остролистной / О. И. Недосеко // Тр. IX междунар. конф. по экологической морфологии растений, посвящ. памяти И. Г. и Т. И. Серебряковых (к 100-летию со дня рождения И. Г. Серебрякова) / под общ. ред. д.б.н. В. П. Викторова. – М. : МПГУ, 2014-а. – Т. 2. – С. 326–329.

21. Недосеко, О. И. Методика изучения архитектурных моделей в роде *Salix* / О. И. Недосеко // Тр. IX междунар. конф. по экологической морфологии растений, посвящ. памяти И. Г. и Т. И. Серебряковых (к 100-летию со дня рождения И. Г. Серебрякова) / под общ. ред. д.б.н. В. П. Викторова. – М. : МПГУ, 2014-б. – Т. 2. – С. 323–326.
22. Недосеко, О. И. К вопросу изучения модульной организации и архитектоники в роде *Salix* / О. И. Недосеко // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – № 2/2(44). – 2015. – С. 673–678.
23. Недосеко, О. И. Методика изучения архитектоники крон на примере бореальных видов ив / О. И. Недосеко / Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования : материалы Всерос. (с междунар. участием) науч. шк.-конф., посвящ. 115-летию со дня рождения А. А. Уранова (Пенза, 10–14 мая 2016). – Пенза, 2016-а. – С. 145–148.
24. Недосеко, О. И. Влияние световых условий и половой принадлежности на архитектурную модель ивы козьей / О. И. Недосеко / Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования : материалы Всерос. (с междунар. участием) науч. шк.-конф., посвящ. 115-летию со дня рождения А. А. Уранова (Пенза, 10–14 мая 2016). – Пенза, 2016-б. – С. 142–145.
25. Недосеко, О. И. Архитектурные модели *Salix triandra* L. и *Salix fragilis* L. / О. И. Недосеко, В. П. Викторова // Социально-экологические технологии. – 2016-в. – № 2. – С. 39–50.
26. Недосеко, О. И. Филогенетические связи жизненных форм и архитектурных модулей бореальных видов ив подродов *Salix* и *Vetrix* / О. И. Недосеко, В. П. Викторова // Систематика и эволюционная морфология растений : материалы конф., посвящ. 85-летию со дня рождения В. Н. Тихомирова (31 января – 3 февраля 2017 г., Москва) / ред. колл. : Д. Д. Соколов (предс.) и др. – М. : МАКС Пресс, 2017-а. – С. 277–282.
27. Недосеко, О. И. Архитектурные типы крон женских и мужских особей *Salix acutifolia* L. / О. И. Недосеко, В. П. Викторова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2017-б. – № 1 (17). – С. 14–27.

References

1. Halle F., Oldemann R. A. A. *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Paris: Masson, 1970, 178 p.
2. Halle F. *XII Mezhdunar. botan. kongress: tez. dokl.* [XII International botanical congress: proceedings]. Leningrad: Nauka, 1975, vol. 1, p. 216.
3. Tomlinson F. B. *Tropical trees as living systems*. Cambridge: Univ. Press., 1978, pp. 187–207.
4. Barthelemy D., Caraglio Y. *Ann. Bot.* 2007, vol. 99, pp. 375–407.
5. Mazurenko M. T. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskii* [Proceedings of Moscow Society of Naturalists. Biological series.]. 2008, vol. 113, iss. 5, pp. 36–42.
6. Antonova I. S., Azova O. V. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal]. 1999, vol. 84, no. 3, pp. 10–32.
7. Fedorova A. I. *Ekologiya bol'shogo goroda: al'manakh* [Big city ecology: almanac]. Moscow: Prima-M, 2003, iss. 8, pp. 126–129.
8. Kostina M. V. *Generativnye pobegi drevesnykh pokryosemennykh rasteniy umerennoy zony: avtoref. dis. d-ra biol. nauk: 03.00.05* [Generative shoots of tree metaspores of temperate zone: abstract of thesis of Doctor of Biological Sciences]. Moscow, 2009, 40 p.
9. Halle F., Oldemann R. A. A., Tomlinson P. B. *An Architectural Analysis*. N.Y.: Springer-Verlag, 1978, 312 p.
10. Gasheva N. A. *Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya* [Bulletin of ecology, forest science and landscape studies]. 2012, no. 12, pp. 99–110.
11. Skvortsov A. K. *Ivy SSSR (sistemicheskii i geograficheskii obzor)* [Willows of the USSR (systematic and geographic review)]. Moscow: Nauka, 1968, 255 p.
12. Mineeva O. N. *Produktivnost' i ratsional'noe ispol'zovanie rastitel'nosti Urala* [Productivity and rational use of the Ural vegetation]. Sverdlovsk: Ural. fil. AN SSSR, 1980, pp. 131–138.
13. Derviz-Sokolova T. G. *Morfologiya iv Severo-Vostoka SSSR v svyazi s problemami zhiznennykh form pokryosemennykh rasteniy: avtoref. dis. d-ra biol. nauk: 03.00.05* [Morphology of willows in the North-eastern USSR in connection with metaspore life forms: abstract of thesis of Doctor of Biological Sciences: 03.00.05]. Moscow, 1982, 53 p.
14. Polozova T. G. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal]. 1990, vol. 75, no. 12, pp. 1700–1712.
15. Nedoseko O. I. *Ontomorfogenez Salix pentandra L., Salix caprea L., Salix cinerea L.: avtoref. diss. kand. biol. nauk: 03.00.05* [Ontomorphogenesis of *Salix pentandra* L., *Salix caprea* L., *Salix cinerea* L.: abstract of thesis of Candidate of Biological Sciences: 03.00.05]. Moscow: MPGU, 1993, 16 p.
16. Getmanets I. A. *Uspekhi ekologicheskoy morfologii rasteniy: mezhvuz. sb. nauch. tr.* [Achievements of ecological morphology of plants: interuniversity collection of papers]. Moscow: Prometey, 1994, pp. 20–21.
17. Getmanets I. A. *Ekologicheskoe raznoobrazie i biomorfologiya roda Salix L. Yuzhnogo Urala: dis. d-ra biol. nauk: 03.02.08 – Ekologiya* [Ecological diversity and biomorphology of genus *Salix* L. of the Southern Urals: thesis of Doctor of Biological Sciences: 03.02.08 - Ecology]. Omsk, 2011, 330 p.
18. Derviz-Sokolova T. G. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskii* [Proceedings of Moscow Society of Naturalists. Biological Series]. 1974, no. 2, pp. 71–81.
19. Kostina M. V. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal]. 2012, vol. 97, no. 5, pp. 583–592.

20. Nedoseko O. I. *Tr. IX mezhdunar. konf. po ekologicheskoy morfologii rasteniy, posvyashch. pamyati I. G. i T. I. Serebryakovykh (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya I. G. Serebryakova)* [Proceedings of IX International conference on ecological morphology of plants, dedicated to I.G. and T.I. Serebryakovs (to 100th anniversary of I.G. Serebryakov)]. Moscow: MPGU, 2014-a, vol. 2, pp. 326–329.
21. Nedoseko O. I. *Tr. IX mezhdunar. konf. po ekologicheskoy morfologii rasteniy, posvyashch. pamyati I. G. i T. I. Serebryakovykh (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya I. G. Serebryakova)* [Proceedings of IX International conference on ecological morphology of plants, dedicated to I.G. and T.I. Serebryakovs (to 100th anniversary of I.G. Serebryakov)]. Moscow: MPGU, 2014-b, vol. 2, pp. 323–326.
22. Nedoseko O. I. *Vestnik KazNu. Seriya ekologicheskaya* [Bulletin of KSU. Ecological series]. 2015, no. 2/2 (44), pp. 672–678.
23. Nedoseko O. I. *Sovremennye kontseptsii ekologii biosistem i ikh rol' v reshenii problem sokhraneniya prirody i priro-dopol'zovaniya: materialy Vseros. (s mezhdunar. uchastiem) nauch. shk.-konf., posvyashch. 115-letiyu so dnya rozhdeniya A. A. Uranova (Penza, 10–14 maya 2016)* [Modern concepts of biosystems ecology and their role in solving problems of preserving nature and nature management: proceedings of National (with international participation) scientific conference dedicated to 115th anniversary of A.A. Uranov (Penza, 10th -14th, May, 2016)]. Penza, 2016-a, pp. 145–148.
24. Nedoseko O. I. *Sovremennye kontseptsii ekologii biosistem i ikh rol' v reshenii problem sokhraneniya prirody i priro-dopol'zovaniya: materialy Vseros. (s mezhdunar. uchastiem) nauch. shk.-konf., posvyashch. 115-letiyu so dnya rozhdeniya A. A. Uranova (Penza, 10–14 maya 2016)* [Modern concepts of biosystems ecology and their role in solving problems of preserving nature and nature management: proceedings of National (with international participation) scientific conference dedicated to 115th anniversary of A.A. Uranov (Penza, 10th -14th, May, 2016)]. Penza, 2016-b, pp. 142–145.
25. Nedoseko O. I., Viktorov V. P. *Sotsial'no-ekologicheskie tekhnologii* [Social and ecological technologies]. 2016-v, no. 2, pp. 39–50.
26. Nedoseko O. I., Viktorov V. P. *Sistematika i evolyutsionnaya morfologiya rasteniy: materialy konf., posvyashch. 85-letiyu so dnya rozhdeniya V. N. Tikhomirova (31 yanvarya – 3 fevralya 2017 g., Moskva)* [Systematics and evolutionary morphology of plants: proceedings of the conference dedicated to 85th anniversary of V.N. Tikhomirov (31st January – 3rd February, 2017, Moscow)]. Moscow: MAKSS Press, 2017-a, pp. 277–282.
27. Nedoseko O. I., Viktorov V. P. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2017-b, no. 1 (17), pp. 14–27.