

Тұрғын Данияр Нұрбекұлы – Материалдар, металдар, жартылай фабрикаттар мен бұйымдарды бақылаушы, «Аеромашхолдинг КЗ» АҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Промышленная к-сі, 41/2, тел.: +7-707-627-20-00, e-mail: [turgynd@list.ru](mailto:turgynd@list.ru).

Кравченко Руслан Иванович – доктор философии (PhD), и.о. заведующего кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел.: +7-702-929-85-76, e-mail: [ruslan\\_kravchenko\\_15@mail.ru](mailto:ruslan_kravchenko_15@mail.ru).

Амантаев Максат Амантаевич – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, мкрн. Аэропорт, дом 39, тел.: +7-775-142-99-21, e-mail: [amantaevmaxat.kz@mail.ru](mailto:amantaevmaxat.kz@mail.ru).

Золотухин Евгений Александрович\* – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, мкр. Аэропорт, дом 45, тел.: +7-777-139-07-47, e-mail: [zolutukhine17@mail.ru](mailto:zolutukhine17@mail.ru).

Тұрғын Данияр Нұрбекұлы – АО «Аеромашхолдинг КЗ», контролер материалов, металлов, полуфабрикатов и изделий, Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Промышленная 41/2, тел.: +7-707-627-20-00, e-mail: [turgynd@list.ru](mailto:turgynd@list.ru).

МРНТИ: 68.47.94:

УДК 574.031.623.22(574)(045)

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2024\\_4\\_114](https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_114)

### АДАПТИВНЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ИВЫ БЕЛОЙ (*SALIX ALBA L.*), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ПОЙМЕ РЕКИ БУХТАРМА КАТОН-КАРАГАЙСКОГО ГНПП

Курмангожинов А.Ж.\* – PhD доктор естественных наук, и.о. ассоциированный профессор кафедры лесные ресурсы и лесное хозяйство, «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Жумадилов Б.З. – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии, «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Гомер В.Я. – магистрант, «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

В статье рассмотрены адаптивные морфологические реакции ивы белой (*Salix alba L.*), произрастающей в Катон-Карагайском государственном национальном природном парке. В Катон-Карагайском государственном национальном природном парке (ГНПП), были проведены исследования лесных экосистем на пробных площадях общей площадью 5,9 га. В состав древостоя первого яруса входят ива белая (*Salix alba L.*) и берёза бородавчатая (*Betula pendula*), со средним диаметром ствола 16,1 см и средней высотой 4,3 м. Ива белая в данном районе оценивается как "здоровая" с индексом относительного жизненного состояния (ОЖС) 87,5%. Содержание хлорофилла, а в листьях варьирует от 0,55 до 0,6 мг/г сырой массы, хлорофилла b – от 0,11 до 0,14 мг/г, каротиноидов – от 0,13 до 0,14 мг/г. Почвенные условия характеризуются высоким содержанием подвижных элементов питания в горизонте. А: щелочногидролизуемого азота 99,13 мг/кг, подвижных соединений фосфора 22,7 мг/кг и обменного калия 160,8 мг/кг. Реакция почвенной среды преимущественно нейтральная pH 6,76, содержание гумуса в верхнем горизонте 5,41 %. Данные исследования подтверждают высокое биологическое состояние древостоя и почве в пойме реки Бухтарма, что является важным для дальнейшего мониторинга и сохранения этих экосистем.

**Ключевые слова:** пойменные леса, Ива белая, жизненное состояние, хлорофилл, Катон-Карагайский ГНПП.

### КАТОН-ҚАРАҒАЙ МҰТС БҰҚТЫРМА ӨЗЕНІНІҢ ЖАЙЫЛМАСЫНДА ӨСЕТІН АҚ ТАЛДЫҢ (*SALIX ALBA L.*) МОРФОЛОГИЯЛЫҚ БЕЙІМДЕЛУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

Курмангожинов А.Ж.\* – жаратылыстану ғылымдарының PhD докторы, орман ресурстары және орман шаруашылығы кафедрасы қауымдастырылған профессорының м.а., «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Жумадилов Б.З. – биология ғылымдарының кандидаты, экология кафедрасы аға оқытушы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Гомер В.Я. – магистрант, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада Катон-Қарағай мемлекеттік ұлттық табиғи саябағы аумағындағы өсетін ақ талдың (*Salix alba L.*) бейімделіш морфологиялық реакциялары қарастырылған. Катон-Қарағай мемлекеттік ұлттық табиғи саябағында (МҰТС), жалпы ауданы 5,9 га болатын сынақ алаңдарында орман экожүйелеріне зерттеулер жүргізілді. Бірінші қабаттағы ағаш жамылғысының құрамына ақ тал (*Salix alba L.*) және ілгек жапырақты қайың (*Betula pendula*) кіреді, олардың орташа дің диаметрі 16,1 см, орташа биіктігі 4,3 м. Аталған аймақтағы ақ талдың өміршеңдік жағдайы «сау» деп бағаланады, салыстырмалы өміршеңдік индексі (СӨИ) 87,5%-ды құрайды. Жапырақтардағы а хлорофилл мөлшері 0,55-тен 0,6 мг/г шикі массаға дейін, b хлорофилл – 0,11-ден 0,14 мг/г

дейін, каротиноидтар – 0,13-тен 0,14 мг/г дейін ауытқиды. Топырақ жағдайлары А горизонтындағы жылжымалы қоректік элементтердің жоғары мөлшерімен сипатталады: сілтілі гидролизделетін азот 99,13 мг/кг, жылжымалы фосфор қосылыстары 22,7 мг/кг және алмасу калийі 160,8 мг/кг). Топырақ ортасының реакциясы негізінен бейтарап рН 6,76, ал жоғарғы қабатындағы гумус мөлшері 5,41 %. Зерттеу нәтижелері Бұқтырма өзені жайылмасындағы орман жамылғылары мен топырақтың жоғары биоэкологиялық жағдайын растайды, бұл экожүйелердің одан әрі мониторингі мен сақталуы үшін маңызды болып табылады.

**Түйінді сөздер:** жайылма ормандар, ақ тал, өміршеңдік жағдайы, хлорофилл, Катон-қарағай мемлекеттік ұлттық табиғи қоры.

#### ADAPTIVE MORPHOLOGICAL RESPONSES OF WHITE WILLOW (*SALIX ALBA L.*) GROWING IN THE FLOODPLAIN OF THE BUKHTARMA RIVER IN THE KATON-KARAGAY STATE NATIONAL NATURAL PARK

Kurmangozhinov A.Zh.\* – PhD, Doctor of Natural Sciences, acting Associate Professor of the Department of forest resources and forestry, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Zhumadilov B.Z. – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of ecology, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Gomer V.Ya. – Master student, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

The article reviews the adaptive morphological responses of white willow (*Salix alba L.*) growing in the floodplain in the Katon-Karagay State National Natural Park (SNNP). In the Katon-Karagay SNNP, studies of forest ecosystems were conducted on sample plots with a total area of 5.9 hectares.

The first layer of the stand includes white willow (*Salix alba L.*) and silver birch (*Betula pendula*), with an average trunk diameter of 16.1 cm and an average height of 4.3 m. In this region, white willow is assessed as "healthy," with a relative vitality index (RVI) of 87.5%. The chlorophyll a content in the leaves ranges from 0.55 to 0.6 mg/g of wet weight, chlorophyll b from 0.11 to 0.14 mg/g, and carotenoids from 0.13 to 0.14 mg/g. Soil conditions are characterized by a high content of available nutrients in the A horizon: A: alkali-hydrolyzable nitrogen 99.13 mg/kg, available phosphorus compounds 22.7 mg/kg, and exchangeable potassium 160.8 mg/kg. The soil environment is predominantly neutral pH 6.76, humus content in the upper horizon is 5.41 %. The research data confirm the high bioecological condition of the stands and soils in the Bukhtarma River floodplain, which is important for the continued monitoring and preservation of these ecosystems.

**Key words:** floodplain forests, white willow, silver birch, chlorophyll, Katon-Karagay State National Nature Park.

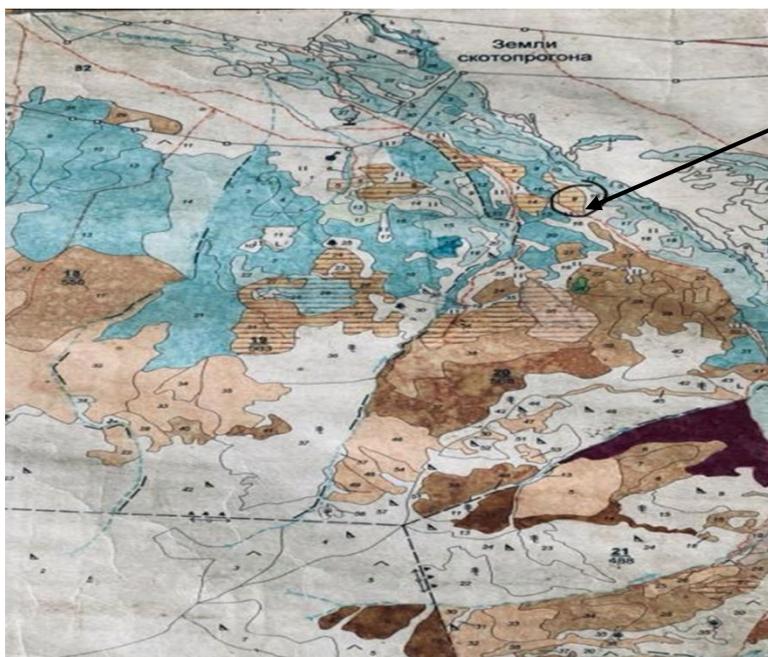
**Введение.** В настоящее время лесные ресурсы являются важнейшим видом природных ресурсов. Пойменные леса выполняют важные светозащитные функции. В экстремальных условиях произрастания роль пойменных лесов в защите окружающей среды возрастает [1, 2]. Несмотря на то, что вопросам изучения устойчивости древесных растений к действию различных факторов посвящено большое количество работ, не до конца изучены адаптационные реакции древесных растений, произрастающих в пойменных условиях [3, 4]. Эколого-биологическая оценка помогает определить состояние деревьев на определенной территории. Ива белая произрастает вблизи водоемов и является индикатором чистого воздуха. Благодаря исследованию мы сможем оценить состояние Ивы, произрастающей в условиях Катон-Карагайского ГНПП. Актуальность исследования на выбранной территории определяется необходимостью получения новой экологической информации для обеспечения наблюдения за состоянием окружающей среды.

**Цель.** Изучение эколого-биологических особенностей ивы белой (*Salix alba L.*) в условиях Катон Карагайского Государственного национального природного парка.

**Задачи.** Оценить относительное жизненное состояние древостоев ивы белой, проанализировать параметры роста, фотосинтетические пигменты в листьях и почвенные условия.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в течение полевого периода 2023 года. Проведены работы рекогносцировочного обследования территории Катон-Карагайского ГНПП [5, 6]. По методике исследования было проанализировано таксационное описание Алтайского лесничества, площадь лесничества составляет 55 659 га. Основной лесообразующей породой является Сосна, Пихта, Лиственница, Кедр, Береза, Осина, Тополь. В ходе анализа по таксационным описаниям и планам лесонасаждения был выбран 19 квартал, 9 выдел, горная местность. так как в этом квартале наблюдался состав (80 %) Ивы белой (*Salix alba L.*) и (20 %) Березы на площади 5,9 га. В древостоях Ивы белой были заложены 3 пробные площадки (50x50 м), произведен перечень деревьев, определены первичные таксационные параметры: высота дерева, диаметр ствола на высоте 1.3 м. Высота деревьев замерялась высотомером (с точностью до 0.1 м). Диаметр определялся на высоте 1.3 м мерной вилкой (с точностью до 0.5 см). Закладка пробных площадей проводилась согласно стандартным и имеющим длительное практическое применение методикам [6, 7]. На основании этих данных были выбраны по двадцать модельных деревьев в каждой зоне, у которых определялся возраст при помощи дендрохронологических методов исследования.

Дендрохронологические исследования проводились по общепринятым методикам [8, 9]. Для установления возраста древостоев у сорока деревьев на пробной площади на высоте 0,4 м с помощью возрастного бурава Haglof отбирались керны. Для изучения радиального прироста корневой древесины отбирались спилы скелетных корней на глубине 30 см. Возраст устанавливался последующим подсчетом годичных колец на микроскоп Альтами СМО745-Т.



Алтайское  
лесничество  
9 квартал

Рис. 1. – Карта-схема расположения пробных площадей в насаждениях ивы белой (*Salix alba L.*) на территории Катон-Карагайского ГНПП, Лесничество Алтайское

Оценка относительного жизненного состояния (ОЖС) проводилась по методике В.А. Алексева (1990). Оценивались следующие признаки: густота кроны (% от нормальной густоты), наличие мертвых сучьев (в % от общего количества сучьев на стволе) степень повреждения листьев токсикантами, патогенами и насекомыми (средняя площадь некрозов, пятнистостей и объеданий в % от площади листа).

Оценивалось ОЖС (относительное жизненное состояние) каждого отдельного дерева [6] с последующим выведением жизненного состояния насаждения по пяти категориям: здоровое, ослабленное, сильно ослабленное, усыхающее и полностью разрушенное по формуле:

$$L_n = (100 \cdot n_1 + 70 \cdot n_2 + 40 \cdot n_3 + 5 \cdot n_4) / N, \quad (1)$$

где  $L_n$  – относительное жизненное состояние насаждения;  
 $n_1$  – число здоровых деревьев на пробной площади;  
 $n_2, n_3, n_4$  – то же для ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно;  
 100, 70, 40, 5 — коэффициенты, выражающие (в процентах) относительное жизненное состояние здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно;  
 $N$  – общее число деревьев на пробной площади (включая сухостой).

Листья для морфологических исследований отбирались в августе. Образцы (до 100 листьев) брались с южной части кроны опушечных деревьев на высоте до 2 м. Исследования проводились на гербарном материале. Площадь измерения площади листа определялась с помощью программы ImageJ.

Для определения содержания пигментов в листьях ивы образцы отбирались из средней части кроны с 20 модельных деревьев [5]. Содержание фотосинтетических пигментов хлорофилла а и b, а также каротиноидов анализировалось методом спектрофотометрии при помощи Спектрофотометр ПЭ 5400УФ.

Почвенный анализ исследуемой территории проводили в Агроэкологическом испытательном центре (лаборатория), Лаборатория почвенных исследований при НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина». Определение нитратного азота ионометрическим методом № ГОСТ 26951-86; Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО № ГОСТ 26205-91; Групповой состав гумуса № ГОСТ 26213-2021; pH<sub>(КС)</sub> № ГОСТ 26483-85 п. 4.1, 4.2. Почва была отобрана на глубине 0-20 см. Полученные данные были преобразованы в нормальное распределение. Был проведен статистический анализ, используя статистическое программное обеспечение (SPSS 21.0) для Windows, а также дисперсионный анализ (ANOVA), в то время как различия между средними значениями рассчитывались с помощью тест НСР ( $p < 0,05$ ).

**Результаты и обсуждения.** Пробные площади расположены в пойме реки Бухтарма; естественный древостой, возраст более 70 лет. Площадь составляла 5,9 га. Первый ярус: ива белая + берёза бородавчатая,  $D_{ср}=16,1$  см,  $H_{ср}=4,3$  см. Подрост: ива белая – средней густоты. Подлесок: рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная, смородина черная, смородина красная, ежевика кавказская – густой. Геоботаническое описание: ассоциация пырейно-кострецовая и цветковое разнотравье. Общее проективное покрытие – 80-100%. Проективное покрытие злаковых составляет более 60 %. Проективное покрытие бобовых – до 15%. Проективное покрытие разнотравий составляет 25%. Число видов растений – более 900 видов. Класс бонитета древостоя первый, полнота 0,6 и запас сыро растущей древесины 22 м<sup>3</sup> (табл. 1). Площадь листовой пластинки ивы белой колеблется в пределах от 7,5 до 13,5 см<sup>2</sup>.

Таблица 1 – Краткая таксационная характеристика пробных площадей в древостоях ивы белой Алтайского лесничества 19 квартал, 9 выдел в Катон-Карагайском ГНПП

Площадь, га	Состав	Ярус	H, м	D, см	Возраст, л	Бонитет	Полнота	Запас сыро-раст. в куб. га
5,9	8Ивк 2Б	1	4,3	16,1	70	1	0,6	22

После проведения таксационных работ и описания пробных площадей была проведена работа по оценке относительного жизненного состояния (ОЖС) древостоев Ивы белой. Оценка ОЖС ивы белой в условиях Катон-Карагайского ГНПП позволила сделать вывод, что насаждения ивы белой оценивается как «здоровое». Древостой ивы в зоне среднего загрязнения оценивается как «здоровый» (индекс ОЖС – 87,5%). Густота кроны деревьев ивы белой в среднем составляет 80-100%, мертвых сучьев в верхней части кроны не более 5%, повреждения листьев не превышает 5% (табл. 2).

Таблица 2 – Жизненное состояние древостоев ивы белой (*Salix alba* L.) в условиях Катон-Карагайского ГНПП

Густота кроны, % от нормы	Наличие мертвых сучьев, %	Степень повреждения листьев, %	Индекс ОЖС, %
1 участок с координатами 49°10'57''С.Ш. 86°33'56''В.Д. Высота над уровнем моря 980 м.			
90-100	0	5	88
2 участок с координатами 49°10'57''С.Ш. 86°34'1''В.Д. Высота над уровнем моря 980 м.			
90-100	0	5	87,7
3 участок с координатами 49°10'57''С.Ш. 85°34'1''В.Д. Высота над уровнем моря 980 м.			
90-100	0	5	86,7

Содержание хлорофилла, а в листьях ивы белой варьирует от 0,55-0,6 мг/г сырой массы. Содержание хлорофилла b меньше, чем хлорофилла а. Оно варьирует от 0,11-0,14 мг/г сырой массы. Что же касается содержания каротиноидов в листьях ивы белой, то содержание варьирует от 0,13-0,14 мг/г (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание хлорофилла, а (мг/г), b (мг/г) и каротиноидов в листьях ивы белой (*Salix alba* L.) в условиях Катон-Карагайского ГНПП

Порода	Chl a (mg·g <sup>-1</sup> )	Chl b	Chl (a + b) (mg·g <sup>-1</sup> )	Chl (a + b/car) (mg·g <sup>-1</sup> )	Chla/b	Carotenoid (mg·g <sup>-1</sup> )
<i>Salix alba</i> L.	Количество хл а мг/г	Количество хл в мг/г		Хл а+в/ кар	Хл а/хл в	Количество кар мг/г
1 повторность	0,601	0,114	0,715	4,930	5,26	0,145
2 повторность	0,567	0,132	0,699	5,023	4,28	0,139
3 повторность	0,553	0,143	0,696	5,11	3,867	0,136
Ср. значение и ст. ошибка	0,573±0,022	0,130±0,013	0,7±0,03	5,020±0,08	4,469	0,140±0,003

Содержание подвижных элементов питания в горизонте А глубиной 0-18 см. составляет: щелочногидролизуемого азота – 99,13 мг/кг<sup>-1</sup>, подвижных соединений фосфора – 22,7 мг/кг<sup>-1</sup>, обменного калия – 160,8 мг/кг<sup>-1</sup>. Высокое содержание подвижных соединений фосфора обусловлено нейтральной реакцией почвенной среды. Что согласуется с данными В.И. Шрага, Д.С. Орлова. Реакция почвенной среды в основном нейтральная (рН – 6,76). В тяжелосуглинистых пойменно-лесных темно-серых почвах содержание гумуса составляет 6,76 % в верхней части почвенного профиля.

Таблица 4 – Агрохимическая характеристика почв насаждений ивы белой в условиях Катон-Карагайского ГНПП

Горизонт и глубина А (0-18), см	рН	NH <sub>3</sub> -N (мг/кг <sup>-1</sup> )	подвижный Р (мг/кг <sup>-1</sup> )	подвижный К (мг/кг <sup>-1</sup> )	Гумус (%)
1 повторность	6,55	100,16	30,88	153,9	5,25
2 повторность	6,92	98,15	17,35	183,7	5,08
3 повторность	6,76	99,12	19,88	144,8	5,89
Ср. значение и ст. ошибка	6,76±0,2	99,13±13,16	22,70±5,45	160,80±15,27	5,41±0,32

Таким образом, рассмотренные морфологические признаки и физико-химические свойства пойменных почв под лесной растительностью дают возможность обнаружить их особенности, обусловленные влиянием лесной растительности на процессы почвообразования в пойме: почвы отличаются нейтральной реакцией, значительным содержанием поглощенных оснований, средним содержанием гумуса.

**Закключение.** Составлена комплексная эколого-биологическая характеристика ивы белой в условиях Катон Карагайского ГНПП. Относительное жизненное состояние насаждений ивы белой в условиях загрязнения оценивается как «здоровое». У ивы белой при увеличении степени загрязнения происходит увеличение площади листа и уменьшается прирост побегов. По данным площади листа показатели ниже, чем данные предыдущих работ по исследованиям ивы белой, растущей в промышленных центрах [12]. В условиях загрязнения происходят изменения в структуре пигментного состава: увеличивается содержание каротиноидов. Отмечено увеличение интенсивности транспирации с возрастанием уровня загрязнения. Данные по нашим исследованиям показывают меньшее содержание пигментных составов. Ива белая устойчива к действию климатических и иных факторов в условиях Катон-Карагайского ГНПП. Адаптивный потенциал ивы белой реализуется на различных структурно-функциональных уровнях. Ива белая рекомендуется к использованию при создании санитарно-защитных насаждений в промышленных центрах, а также в поймах рек и в заболоченной местности.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. **Ахмадуллин Р.Ш., Зайцев Г.А. Особенности формирования ассимиляционного аппарата ивы белой (*Salix alba* L.) в условиях промышленного загрязнения // Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем. – 2014. – С. 26-30.**
2. **Havrdová, A., Douda, J., & Doudová, J. Threats, biodiversity drivers and restoration in temperate floodplain forests related to spatial scales // Science of the Total Environment. – 2023. – Т. 854. – С. 158743. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158743>.**
3. **Клевцова М.А., Михеев А.А. Диагностика стрессовых реакций древесных растений в условиях урбанизированной среды (на примере города Липецка) // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы. – 2022. – С. 88.**
4. **Fischer, S., Greet, J., Walsh, C.J., & Catford, J.A. Restored river-floodplain connectivity promotes woody plant establishment // Forest Ecology and Management. – 2021. – Т. 493. – С. 119264. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119264>.**
5. **Сидоренко, А.Н. Оценка жизненного состояния древесных растений города Уссурийска // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 7. – С. 166-174.**
6. **Афонин А.А., Зайцев С.А. Цикличность среднесуточного радиального прироста несущих побегов ивы белой (*Salix alba* L.) в условиях Брянского лесного массива // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – №. 3 (351). – С. 66-76.**
7. **Wagner N.D., He L., Hörandl E. The evolutionary history, diversity, and ecology of willows (*Salix* L.) in the European Alps // Diversity. – 2021. – Т. 13. – №. 4. – С. 146. <https://doi.org/10.3390/d13040146>.**
8. **Румянцев, Д.Е., Липаткин, В.А., Черакшев, А.В., & Воробьева, Н.С. Методические рекомендации по отбору ядер древесины для целей дендрохронологических исследований в лесоведении и лесоводстве // Д.Е. Румянцев, В.А. Липаткин, А.В. Черакшев [и др.]. – М: Профессиональная наука. – 2022.**
9. **Чуракова О.В., Румянцев Д.Е. Проблемы экофизиологической интерпретации климатического сигнала в дендрохронологических и дендроизотопных рядах // Лесохозяйственная информация. – 2024. – №. 2. – С. 19-36.**
10. **Утешкалиев М.Д., Ахметов Р.С. Условия формирования почв поймы р. Урал Атырауской области Республики Казахстан // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири. – 2016. – С. 153-159.**
11. **Ауезов Д. У., Келгенбаев Н. С., Мамырбай М. А. Динамика уровня грунтовых вод и их связь с влагообеспеченностью насаждений в пойме реки Урал Западно-Казахстанской области // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. – 2022. – С. 142-147.**
12. **Ахмадуллин Р. Ш., Зайцев Г. А. Относительное жизненное состояние насаждений ивы белой (*Salix alba* L.) в условиях Уфимского промышленного центра // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. – 2016. – С. 28-30.**

## REFERENCES:

1. **Ahmadullin R.Sh., Zajcev G. A. Osobennosti formirovaniya assimilyacionnogo apparata ivy' beloј (*Salix alba* L.) v usloviyah promy'shlennogo zagryazneniya [Features of the formation of the assimilation apparatus of white willow (*Salix alba* L.) under conditions of industrial pollution]. *Innovacionny'e podhody' k obespecheniyu ustojchivogo razvitiya socio-e'kologo-e'konomicheskikh sistem*, 2014, pp. 26-30. (In Russian)**
2. **Havrdová A., Douda J., Doudová J. Threats, biodiversity drivers and restoration in temperate floodplain forests related to spatial scales. *Science of the Total Environment*, 2023, vol. 854, 158743 p. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158743>.**
3. **Klevcova M.A., Miheev A.A. Diagnostika stressovy'h reakcij drevesny'h rastenij v usloviyah urbanizirovannoj sredy' (na primere goroda Lipecka) [Diagnostics of stress reactions of woody plants in urbanized environments (using Lipetsk as an example)]. *Problemy' prirodnopol'zovaniya i e'kologicheskaya situaciya v Evropejskoј Rossii i na sopredel'ny'h territoriyah: materialy'*, 2022, pp. 88. (In Russian)**
4. **Fischer S., Greet J., Walsh C.J., Catford J.A. Restored river-floodplain connectivity promotes woody plant establishment. *Forest Ecology and Management*, 2021, vol. 493, 119264 p. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119264>.**
5. **Sidorenko A.N. Ocenka zhiznennogo sostoyaniya drevesny'h rastenij goroda Ussurijska [Assessment of the vital state of woody plants in Ussuriysk]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 7, pp. 166-174. (In Russian)**
6. **Afonin A.A., Zaycev S.A. Ciklichnost' srednesutochnogo radial'nogo prirosta nesushchih pobegov ivy' beloј (*salixalba* L.) v usloviyah Bryanskogo lesnogo massiva [Cyclicality of average daily radial growth of bearing shoots**

of white willow (*Salix alba* L.) in the conditions of the Bryansk forest massif]. *Izvestiya vy'sshih uchebny'h zavedenij. Lesnoj zhurnal*, 2016, no. 3 (351), pp. 66-76. (In Russian)

7. **Wagner N.D., He L., Hörandl E. The evolutionary history, diversity, and ecology of willows (*Salix* L.) in the European Alps.** *Diversity*, 2021, vol. 13, no. 4, 146 p. <https://doi.org/10.3390/d13040146>.

8. **Rumyanov D.E., Lipatkin, V.A., Cherakshv A.V., Vorobeva, N. S. Metodicheskie rekomendacii po otboru kernov drevesiny' dlya celej dendrochronologicheskikh issledovaniy v lesovedenii i lesovodstve** [Guidelines for the selection of wood cores for dendrochronological studies in forest science and silviculture]. Moscow, Professional'naya nauka, 2022. (In Russian)

9. **Churakova O.V., Rumyanov D.E. Problemy' e'kofiziologicheskoy interpretacii klimaticheskogo signala v dendrochronologicheskikh i dendroizotopny'h ryadah** [Problems of ecophysiological interpretation of the climatic signal in dendrochronological and dendroisotopic series]. *Lesohozyajstvennaya informaciya*, 2024, no. 2, pp. 19-36. (In Russian)

10. **Utshkaliyev M.D., Akhmetov R.S. Usloviya formirovaniya pochv pojmy' r. Ural Aty'rauskoj oblasti Respubliki Kazahstan** [Conditions of soil formation in the floodplain of the Ural River in the Atyrau region of the Republic of Kazakhstan]. *Lesnoe hozyaystvo i zelenoe stroitel'stvo v Zapadnoj Sibiri*, 2016, pp. 153-159. (In Russian)

11. **Auyezov D.U., Kelgenbayev N.S., Mamyrbaj M. A. Dinamika urovnya gruntovy'h vod i ih svyaz' s vlagobespechennost'yu nasazhdenij v pojme reki Ural Zapadno-Kazahstanskoj oblasti** [Dynamics of groundwater levels and their relationship with moisture supply of plantings in the floodplain of the Ural River in the West Kazakhstan region]. *Lesnoe hozyaystvo: aktual'ny'e problemy' i puti ih resheniya*, 2022, pp. 142-147. (In Russian)

12. **Ahmadullin R.Sh., Zaycev G.A. Otnositel'noe zhiznennoe sostoyanie nasazhdenij ivy' belo (Salix alba L.) v usloviyah Ufimskogo promy'shленного центра** [Relative vitality of white willow (*Salix alba* L.) plantations in the conditions of the Ufa industrial center]. *Biodiagnostika sostoyaniya prirodny'h i prirodno-tehnogenny'h sistem*, 2016, pp. 28-30. (In Russian)

#### Сведения об авторах:

Курмангожинов Альжан Жанибекович\* – PhD, доктор естественных наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры лесные ресурсы и лесное хозяйство, НАО «Казакский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Женис, 62, тел.: +7-705-546-19-17, e-mail: a.kurmangozhinov@kazatu.edu.kz.

Жумадилов Булат Зулхарнаевич – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры экология, НАО «Казакский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Женис, 62, тел.: +7-701-525-87-55, e-mail: zhumadilov\_bulat@mail.ru.

Гомер Вероника Яковлевна – магистрант, НАО «Казакский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Женис, 62, тел.: +7-705-299-34-01, e-mail: veronika\_555555@mail.ru.

Курмангожинов Альжан Жанибекович\* – жаратылыстану ғылымдарының PhD докторы, орман ресурстары және орман шаруашылығы кафедрасы қауымдастырылған профессорының м.а., «С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғ., 62, тел.: +7-705-546-19-17, e-mail: a.kurmangozhinov@kazatu.edu.kz.

Жумадилов Булат Зулхарнаевич – биология ғылымдарының кандидаты, экология кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғ., 62, тел.: +7-701-525-87-55, e-mail: zhumadilov\_bulat@mail.ru.

Гомер Вероника Яковлевна – магистрант, «С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс даңғ., 62, тел.: +7-705-299-34-01, e-mail: veronika\_555555@mail.ru.

Kurmangozhinov Alzhan Zhanibekovich\* – PhD, Doctor of Natural Sciences, acting Associate Professor of the Department of forest resources and forestry, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +7-705-546-19-17, e-mail: a.kurmangozhinov@kazatu.edu.kz.

Zhumadilov Bulat Zulkharnayevich – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of ecology, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +7-701-525-87-55, e-mail: zhumadilov\_bulat@mail.ru.

Gomer Veronika Yakovlevna – Master student, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +7-705-299-34-01, e-mail: veronika\_555555@mail.ru.

MPHTI: 36.61.27

УДК 556.3.06

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2024\\_4\\_119](https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_119)

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ МАКТААРАЛЬСКОГО МАССИВА

Оңласынов Ж.Ә.\* – доктор философии (PhD), и.о. заведующего лабораторией Гис-технологий и ДЗЗ, «Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина Satbayev University», г. Алматы, Республика Казахстан.

Сотников Е.В. – доктор философии (PhD), заведующий лабораторией Моделирования гидродинамических и геоэкологических процессов, «Институт гидрогеологии и геоэкологии им У.М. Ахметсафина, Satbayev University», г. Алматы, Республика Казахстан.