

## БАЗА ДАННЫХ ПО ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ СИБИРИ

С.Г. Князева, Л.И. Милютин, Е.Н. Муратова, А.Я. Ларионова, Н.В. Орешкова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г.Красноярск  
660036, Академгородок, факс: (3912) 49-46-25, e-mail: [selection@forest.academ.ru](mailto:selection@forest.academ.ru)

Приведены результаты создания базы данных по внутривидовой систематике и полиморфизму видов хвойных растений - «Биоразнообразии хвойных Сибири». Основной задачей базы данных является сбор и систематизация огромного количества информации о внутривидовых таксонах, полиморфизме и изменчивости видов хвойных растений Сибири, которая получена как методами морфологического анализа, так и методами биохимической генетики и кариологического анализа. База состоит из двух больших блоков: первый – блок информации о виде и второй – блок внутривидовой систематики вида. Основным блоком базы является блок внутривидовой систематики. В нем все данные разбиты на два раздела, которые структурируются по разным схемам. Первый – раздел внутривидовых таксонов и полиморфизма вида, второй - раздел первичных данных или популяционной изменчивости вида. На примере лиственницы сибирской показана работа пользовательского приложения. Для данного вида выделено 27 групп внутривидовых подразделений, начиная с подвидов и заканчивая морфологическими формами. Кроме того, в базе находятся первичные данные из 28 различных мест сбора и гербарный материал еще из 32 мест произрастания. Общая наполненность базы данных на текущий момент: 13 видов и более 400 внутривидовых таксонов, 150 популяций из разных пунктов сбора и около 500 ссылок.

The results of development of database on intraspecific taxonomy and polymorphism of species of coniferous plants are reported. The main task of this database is collection and systematization of huge quantity of the information about intraspecific taxa, polymorphism and variability of species of coniferous plants in Siberia which is received both by means of the morphological analysis, and the methods of biochemical genetics and karyology. The base consists of two large blocks: the first one is the block of the information about species, and the second one is the block on intraspecific taxonomy of species. The main block of base is one of intraspecific taxonomy and the biodiversity. In it, all data are broken into two sections which are structured according to different schemes. The first one is the section intraspecific taxa and polymorphism of species. The general structure, the work modes of database, the information blocks of it are described. The work of user application is shown on an example of *Larix sibirica* Ledeb. The 27 groups of intraspecific taxa are selected for this species. Also the primary data from 28 different collection sets and herbarium from 32 collection sets are in the database. The general fullness of a database at present comprises 13 species and more than 400 intraspecific taxa, 150 populations from different collection sets and about 500 references.

### ВВЕДЕНИЕ

Внутривидовая систематика оформилась как самостоятельная наука в 40-х годах прошлого века и в настоящее время является одним из важнейших и интенсивно развивающихся направлений современной биологии. Исследования изменчивости и полиморфизма видов имеют большой теоретический и практический интерес. Они тесно связаны с проблемами происхождения и эволюции видов, так как именно на уровне отдельных внутривидовых группировок происходят микроэволюционные преобразования и возникновение новых видов. Исследования политипичности видов являются основой для проведения селекционных работ по выявлению ценных по тем или иным признакам форм растений. Кроме того, они позволяют выявить генетические ресурсы видов, их состояние в природе и тем самым разработать адекватные меры по охране и рациональному использованию видов.

Дендросистематиками и селекционерами, работающими в этой области, накоплен большой факти-

ческий материал по изменчивости и полиморфизму растений. Но, к сожалению, этот материал остается весьма эклектичным и часто малодоступным для широкого круга исследователей. Отсутствие четко разработанной системы понятий еще более усугубляет положение. Часто можно встретить в статьях описание одного и того же таксона, но под разными названиями и, наоборот, одно и то же название может использоваться для описания различающихся форм. Даже в видовых названиях растений обнаруживаются разночтения. На рисунке 1 отображено количество синонимов 9 видов хвойных растений от видового ранга до ранга географических рас (A.Farjon, 2001).

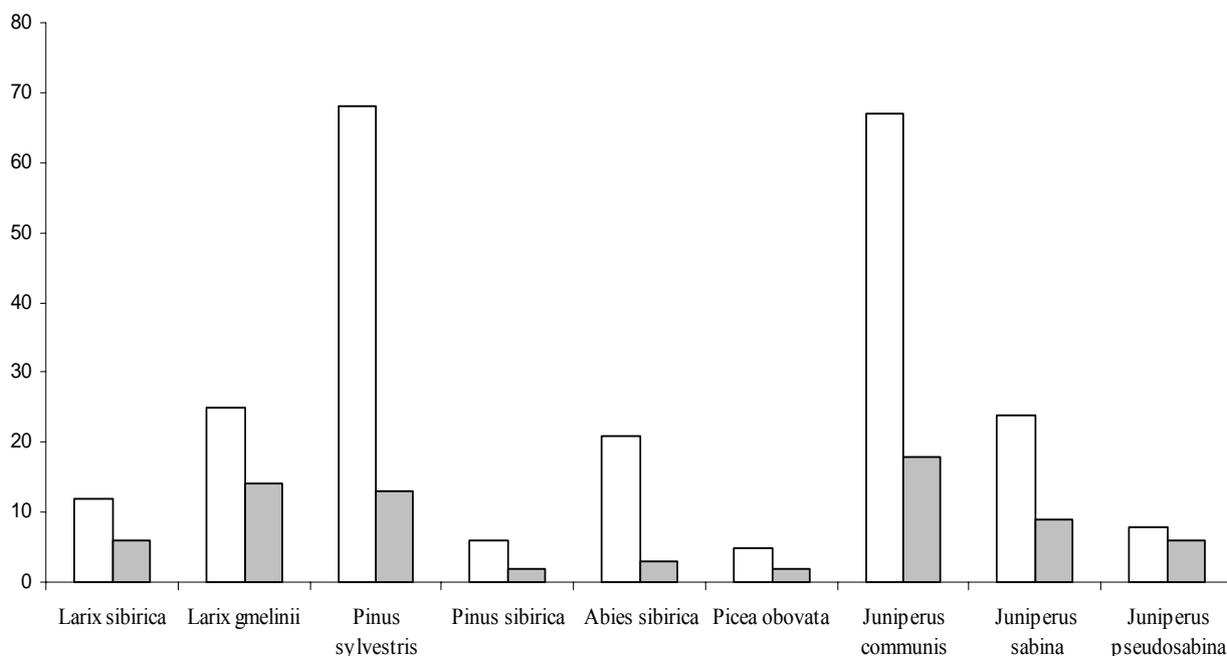
Как можно заметить, виды, имеющие обширные ареалы и обладающие высокой экологической пластичностью (сосна обыкновенная, можжевельник обыкновенный, лиственница Гмелина), имеют большое число синонимов (около 70), в том числе и в ранге вида (около 20). При рассмотрении же внутривидовых подразделений – экотипов, вариаций, форм – наблюдается еще более сложная кар-

тина. Можно сказать, что каждый исследователь имеет свое собственное представление о внутривидовой систематике того или иного вида. Так, например, В.П. Путенихин и Г.Г. Фарушкина (2004) для характеристики конфигурации плоскости чешуи лиственницы используют градации: типично-ложковидная, выпукло-ложковидная, отогнуто-ложковидная, уплощенно-ложковидная и отогнутая, а формы верхнего края чешуи – овальная, треугольная, узкоовальная, трапецевидная, прямоугольная, широкоовальная, выемчатая. М.В. Круклис, Л.И. Милютин (1977) используют иные термины: для конфигурации плоскости чешуи – ложковидная, волнистая, отвороченная, прямая, а для формы верхнего края – округлая, прямая, выемчатая. Все это говорит о необходимости сведения воедино обширного материала по внутривидовой систематике видов растений и его обобщению и систематизации.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В лаборатории лесной генетики и селекции Института леса им. В.Н. Сукачева создается база данных «Биоразнообразии хвойных Сибири». Основной задачей этой базы данных является сбор и систематизация огромного количества информации о внутривидовых таксонах, полиморфизме и изменчивости видов хвойных растений Сибири, которая получена как методами морфологического анализа, так и методами биохимической генетики и кариологического анализа. В результате имеющая информация станет доступной для широкого круга исследо-

вателей и тем самым облегчит работу селекционерам по поиску и введению в культуру ценных форм хвойных растений, а также дендрологам и ботаникам, занимающимся изучением внутривидовой систематики древесных растений. Кроме того, база данных обеспечит надежное хранение, а также легкий доступ к нужной информации. База состоит из двух больших блоков: первый – блок информации о виде и второй – блок внутривидовой систематики вида (рисунок 2). Кроме дендрологического описания и характеристики ареала, первый блок включает данные по синонимике вида, характеристику кариотипа (общая характеристика, все известные числа хромосом, библиография) и генетического полиморфизма видов (общая характеристика и библиография), а также информацию о географических культурах и плантациях видов. Этот блок дает первые предварительные представления о степени изученности вида и его полиморфизме, как на уровне морфологии и анатомии так и на уровне кариологии и генетики. Основным блоком базы является блок внутривидовой систематики. В нем все данные разбиты на два раздела, которые структурируются по разным схемам. Первый – раздел внутривидовых таксонов и полиморфизма вида. Классификация таксонов принимается по Л.Ф. Правдину (1964). Для каждого таксона по возможности дается информация о названии, авторе описания таксона, морфологическая и селекционно-лесоводственная характеристики, ареал, а также библиография работ, касающаяся данного таксона.



**Рисунок 1 - Количество синонимов у видов хвойных растений по данным А. Farjon (2001):**  
 □ - общее число, ■ - число видового ранга

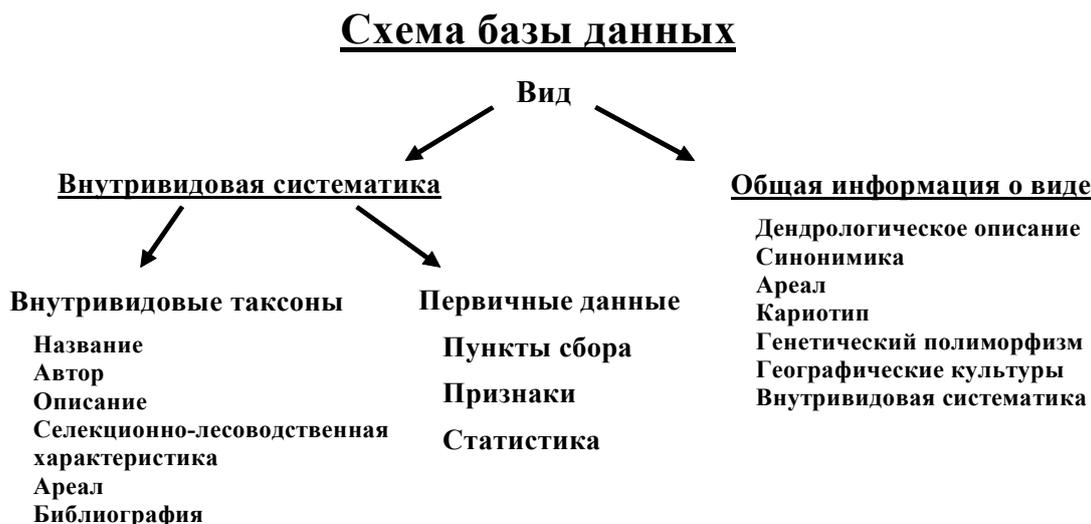


Рисунок 2 - Схема базы данных

Второй раздел можно назвать разделом первичных данных или популяционной изменчивости вида. Информация этого раздела состоит из трех частей. Первая часть - пункты сбора первичного материала – включает в себя название пункта сбора материала, координаты, природно-климатическую характеристику и др. Вторая часть - описание исследованных признаков - содержит схему и единицы измерения, а также используемые методики. Третья часть содержит статистические показатели конкретных признаков в конкретных пунктах сбора - значения среднего арифметического и других статистических показателей изменчивости.

стичностью, лиственница сибирская характеризуется большим формовым разнообразием. Это делает ее очень ценным объектом исследования внутривидовой систематики.

Работа базы данных начинается с выбора вида, после чего можно просмотреть всю интересующую информацию о нем (рисунок 3). Так, при открытии блока «Синонимика» выводятся основные диагностические признаки вида и все синонимы по данным из двух источников: Е.Г. Бобров «Лесообразующие хвойные СССР» (1978) и А. Farjon «World checklist and bibliography of Conifers» (2001). Также есть раздел «Из истории», в котором дается небольшой экскурс в номенклатурную историю вида. Кнопка «Описание ареала» дает информацию о геогра-

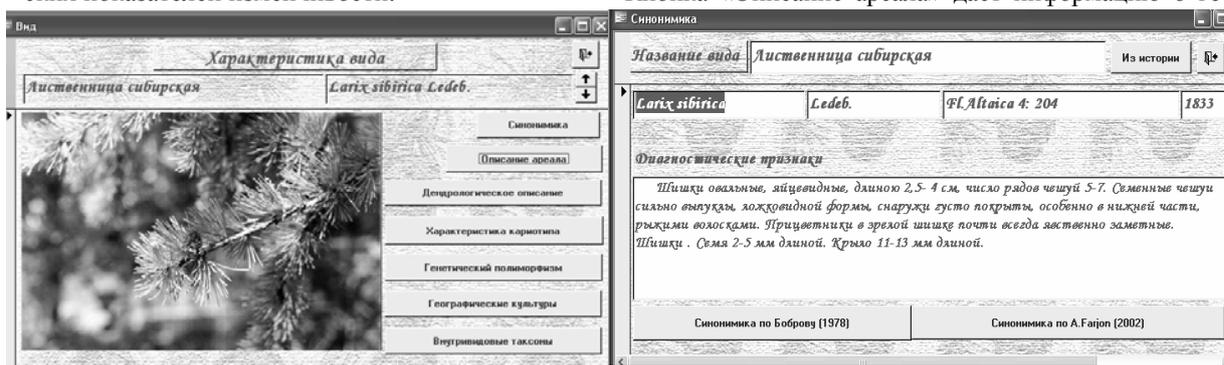


Рисунок 3 - Форма для выбора вида и информационного раздела, а также форма, содержащая информацию о синонимике лиственницы сибирской

На основе данной схемы создается пользовательское приложение. Рассмотрим его работу на примере лиственницы сибирской. Этот вид широко распространен на территории Сибири от низовий Енисея до Южного Забайкалья и Алтая, как впрочем, и на северо-востоке европейской части России. Обладая обширным ареалом и высокой экологической и морфологической пла-

фическом и экологическом ареале вида, карту ареала с нанесенными на нее пунктами сбора гербарного материала, который можно при необходимости просмотреть. Так, для лиственницы сибирской к настоящему моменту в базе находятся первичные данные из 28 точек и фотографии шишек еще для 32 точек.

Следующий раздел содержит информацию о дендрологическом описании вида, а также фотографии по теме.

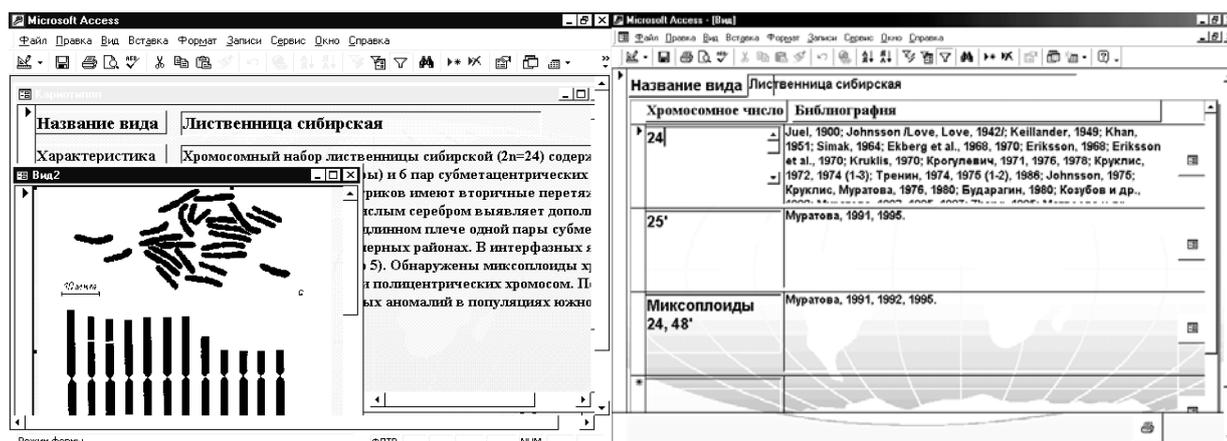


Рисунок 4 - Формы, содержащие информацию о кариотипе на примере лиственницы сибирской

Кнопка «Характеристика кариотипа» открывает форму, которая дает общую характеристику изученности кариотипа вида, а кнопка «Хромосомные числа» открывает базу данных по хромосомным числам голосеменных, которая является одновременно самостоятельной базой и частью базы по биоразнообразию (рисунок 4). Там содержится информация по всем описанным числам хромосом и библиография работ. По каждому числу хромосом можно более подробно рассмотреть библиографию и сами статьи.

При открытии формы «Внутривидовые таксоны» можно выбрать таксон и получить информацию о нем. В настоящее время в базе семь внутривидовых подразделений: подвиды, климатические экотипы, эдафические экотипы, половые типы, морфологические формы, биохимические формы. Отдельные кнопки позволяют просмотреть общую информацию о внутривидовой изменчивости и ее изученности, а также статьи и фотографии по теме. Так, например, для лиственницы сибирской к настоящему моменту выделено 27 групп внутривидовых подразделений, начиная с подвида и заканчивая морфологическими формами. В каждой группе 2 - 10 вариантов разделения на градации.

Одной из сложностей, как отмечалось выше, является тот факт, что многие признаки, на основе которых выделяют внутривидовые таксоны, имеют несколько градаций, причем разными авторами часто используется разное число градаций и неодинаковая терминология для их обозначения. Даже один исследователь может использовать разные названия градаций. Так, например, Дылис Н.В. (1947, 1961) для формы шишек лиственницы сибирской в одной работе выделяет градации: шаровидно-яйцевидные, широко-яйцевидные, яйцевидные, овальные, продолговатые, в другой – шаровидные, широко-яйцевидные, яйцевидные, оваль-

ные, удлинненно-овальные, обратно-яйцевидные. В работах других исследователей были выявлены дополнительные градации - эллиптические, конусовидные, узко-яйцевидные, узко-овальные. Главные же показатели, по которым выделяются градации, – соотношение ширины и длины шишек, а также положение на шишке наиболее широкой части. На основе работ Дылиса Н.В. и обширного гербарного материала было проведено исследование абсолютных (длина шишек, ширина шишек, высота положения самой широкой части шишки, ширина верхушки шишки на расстоянии 0,5 мм) и относительных параметров шишек (отношение ширины шишки к длине, отношение высоты положения самой широкой части шишки к ее длине, отношение ширины верхушки шишки к ее ширине). Сделан кластерный анализ по абсолютным и относительным параметрам и установлено, что относительные признаки являются более информативными при выделении форм шишек.

В результате проведенных исследований нами оставлены 7 градаций. Некоторые мы посчитали синонимами - эллиптические и овальные, конусовидные и яйцевидные, продолговатые и удлинненно-овальные.

Кроме того, для каждой градации были выделены значения относительных признаков, им соответствующих, что в дальнейшем может облегчить работу по отнесению образцов к той или иной градации (таблица 1).

Еще один большой блок данных – это первичные данные и гербарный материал. При рассмотрении первичных данных сначала необходимо выбрать группу признака (морфологические, анатомические, генетические и др.), затем пункт сбора. Далее можно посмотреть характеристику самого пункта сбора и собственно характеристику изменчивости.

Таблица 1 - Значения относительных показателей для различных форм шишек

Название градации	Ширина шишки/ длина шишки	Высота расположения ши- рокой части шишки/ длина шишки	Ширина вершины/ ширина шишки
Узко-овальные	50-60%	40-60%	40-60%
1. Узко-яйцевидные	50-60%	20-30%	30-50%
2. Овальные	70-80%	30- 60%	40- 60%
4. Яйцевидные	70-80%	20- 40%	20-40%
5. Широко- яйцевидные	90-110%	20-40%	30-50%
6. Шаровидные	90-110%	40-60%	40-60%
7. Сплюснuto- шаровидные	Около 120%	40-60%	40-60%

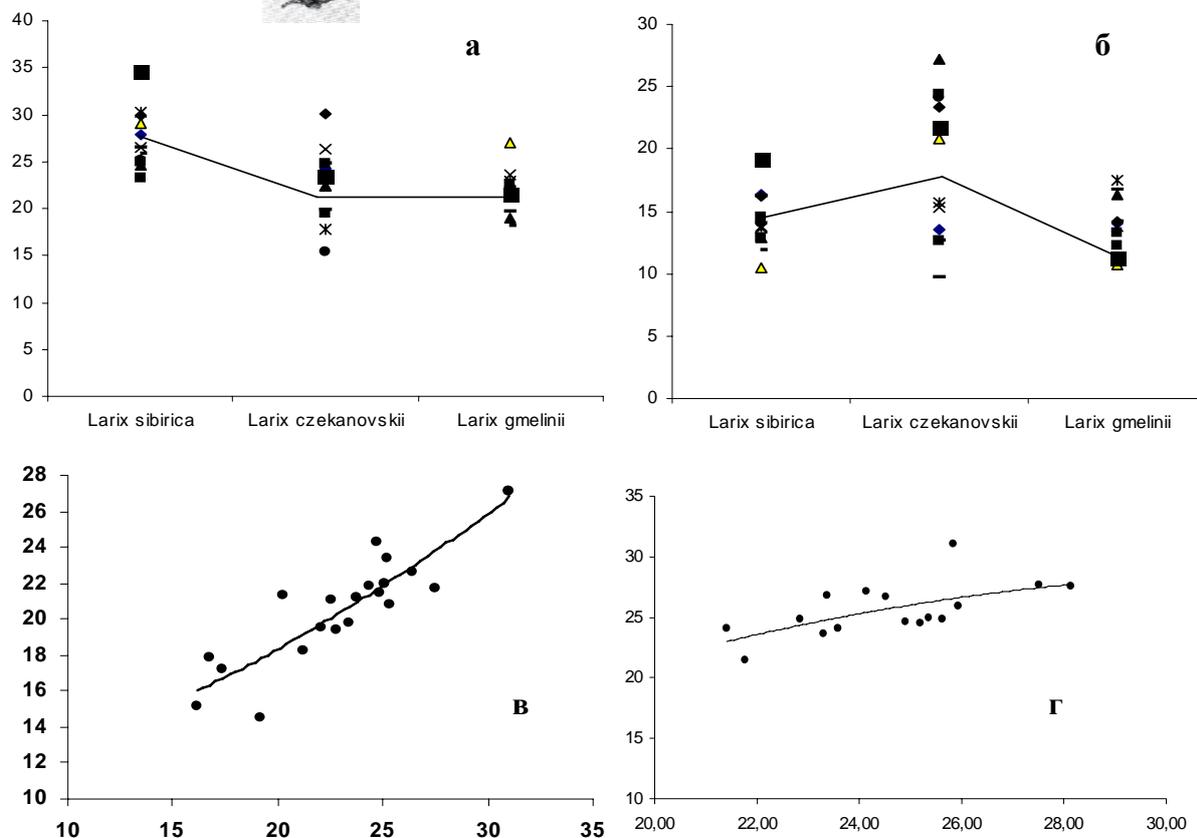


Рис.5. Примеры использования данных из базы: а) длина шишек в мм трех видов лиственницы; б) коэффициенты вариации длины шишек трех видов лиственницы; в) зависимость длины шишек от ширины шишек у лиственницы сибирской; г) зависимость числа чешуй от длины шишек (данные Л.И. Милютин)

Эти данные могут быть импортированы и обработаны.

На основе predetermined запросов разрабатывается система поиска, которая позволит быстро и легко находить необходимую информацию о конкретном интересующем внутривидовом таксоне, информацию, относящуюся к какому-то определенному району Сибири или географическим координатам. Поиск можно также осуществлять по любому выбранному признаку. При этом полученные данные могут быть обработаны статистически и при необходимости построены графики. Так, например, рисунок 5 показывает примеры использования данных из базы.

Общая наполненность базы данных на текущий момент: 13 видов и более 400 внутривидовых таксонов, 150 популяций из разных пунктов сбора и около 500 ссылок.

Таким образом, база данных позволит оценить степень изученности каждого вида и даст возможность произвести оценку биоразнообразия хвойных, произрастающих в Сибири. Это, с одной стороны, будет способствовать сохранению и воспроизводству наиболее ценных форм хвойных растений и тем самым сохранению генетических ресурсов видов, а с другой стороны, – будет способствовать развитию и усовершенствованию внутривидовой систематики видов, что является необходимым ус-

ловием успешного изучения биоразнообразия растений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Бобров, Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР [Текст] / Е.Г. Бобров.- Л.: Наука, 1978.- 189 с.
- Дылис, Н.В. Сибирская лиственница: материалы к систематике, географии и истории [Текст] / Н.В. Дылис. - М. : Изд-во МОИП, 1947. - 137 с.
- Дылис, Н.В. Лиственница Восточной Сибири и Дальнего Востока [Текст] / Н.В. Дылис.- М. : Изд-во АН СССР, 1961. - 209 с.
- Круклис, М.В. Лиственница Чекановского [Текст] / М.В. Круклис, Л.И. Милютин.- М.: Наука, 1977. - 212 с.
- Правдин, Л.Ф. Ближайшие задачи научных исследований и практики по лесной генетике и селекции в Сибири / Л.Ф. Правдин // Селекция древесных пород в Восточной Сибири. - 1964. - С. 5-19.
- Путенихин, В.П., Внутривидовая генотипическая изменчивость лиственницы Сукачева на Урале / В.П. Путенихин, Г.Г. Фарукшина // Лесоведение.- 2004. - №1. - С.38-47.
- Farjon, A. World checklist and bibliography of Conifers / A. Farjon.- Kew, Royal Botanic Gardens.- 2001.- 309 p.

---

Поступила в редакцию 1 августа 2007 г.  
Принята к печати 15 сентября 2007 г.