

# КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ИНТРОДУКЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ АРИДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

**Семенютина А.В.,**

Доктор сельскохозяйственных наук, Зав. отделом биологии, Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации  
vnialmi@yandex.ru

**Свинцов И.П.,**

Доктор сельскохозяйственных наук,  
Академик-секретарь отделения мелиорации водного и лесного хозяйства,  
Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации

**Таран С.С.,**

кандидат сельскохозяйственных наук, декан лесохозяйственного факультета,  
Новочеркасская государственная мелиоративная академия

**Аннотация.** Дана комплексная оценка интродукционных ресурсов, выявлены пути и механизмы их адаптации в засушливых условиях, определены перспективы мобилизации древесных видов и ценный генофонд для оптимизации аридных экосистем.

**Ключевые слова:** комплексная оценка, адаптация, интродукционные ресурсы, аридные экосистемы, мобилизация биологического потенциала, биоразнообразие, дендрофлора

## COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF RESOURCES TO OPTIMIZE OF INTRODUCTION OF ARID ECOSYSTEMS

**A.V. Semenyutina, I.P. Svintsov,**

All-Russian Research Institute of agroforestry (Volgograd)

**S.S. Taran**

Novocherkassk State reclamation Academy

**Abstract.** Given a comprehensive assessment of introduction of resources, identified the ways and mechanisms of their adaptation to arid conditions, are defined prospects mobilization of woody species and valuable gene pool for the optimization of arid ecosystems.

**Keywords:** integrated assessment, adaptation of introduction resources, arid ecosystems, the mobilization of the biological potential, biodiversity, dendroflora

**И**нтенсивная хозяйственная деятельность резко обострила агроэкологическую обстановку в аридных районах РФ, усилились процессы эрозии, дефляции, острее стали проявляться засухи и опустынивание земель. В борьбе с этими неблагоприятными явлениями важное место отводится лесным мелиорациям. В аридном поясе России 42,4 млн. га деградированных сельскохозяйственных угодий, которые нуждаются в лесомелиоративном обустройстве [1-3].

В связи с этим разработке методов оптимизации биоресурсов и деградирующих компонентов ландшафта, научному обоснованию адаптивной организации землепользования с помощью интродукционных ресурсов следует уделять все большее значение. [4-6].

Интродукция растений для оптимизации лесных мелиораций, как «деятельность по введению растений в культуру» по своей значимости, как во временном, так и пространственном отношениях, по своему научному и методологическому уровням за-

служивает более емкого определения. Это эколого-экспериментальная наука, занимающаяся введением в культуру хозяйственно-ценных растений как новых для региона, так и дикорастущих растений местной флоры. При этом выявляются биоэкологические особенности растений и разрабатываются способы обогащения дендрофлоры деградированных территорий, в связи с формированием инфраструктуры, которой свойственны экологичность, экономичность, адаптивность и долговечность, а также высокие социальные функции.

В изучении теоретических и практических вопросов интродукции и адаптации растений в аридных условиях важная роль принадлежит дендрариям Всероссийского научно-исследовательского института агролесомелиорации. В Волгоградском, Камышинском, и Кулундинском дендрариях со-

средоточены интродукционные ресурсы и сохраняется генофонд природной и культурной флоры Голарктического флористического Царства [8-9].

**Объекты, фактический материал и методика.**

На большой территории, где проводились интродукционные исследования, климатические условия далеко не равноценны (табл. 1). В Поволжье они ухудшаются с северо-запада на юго-восток, в Кулундинской степи с севера на юг.

Ксеротермический режим климата районов Нижнего Поволжья и Западной Сибири определяет аридную направленность формирования растительности. По агролесомелиоративному районированию, разработанному ВНИАЛМИ в сухостепную зону входят Волго-Донской и Кулундинский районы, в полупустынную – Ергенинско-Сарпинский и Волго-Уральский.

Таблица 1

**Абиотические показатели природных районов**

Район	Почвы	сумма осадков, мм	сумма эффект. температур, °С	амплитуда температур, °С	Коэффициент		
					континентальности	биопродуктивности	увлажнения
Кулундинский	Темнокаштановые, каштановые в комплексе с солонцами	240-350	2200-2700	-50 +40	218	67	0,33–0,44
Волго-Донской	Темнокаштановые, каштановые	250-350	2750-3600	-35 +40	208	68	0,33–0,44
Ергенинско-Сарпинский	Светлокаштановые в комплексе с солонцами	240-300	2800-3600	-35 +41	215	39	0,11–0,33
Волго-Уральский	Светлокаштановые в комплексе с солонцами, солончаками, темноцветные	130-300	2800-3600	-35 +44	215	39	0,11–0,33

Объектами исследований являлись деревья и кустарники различного географического происхождения, произрастающие в Волгоградском, Камышинском и Кулундинском дендрариях ВНИАЛМИ (рис. 1).

значения проводился в родовых комплексах, богатых в видовом отношении и обширных по ареалу.

Применен комплексный принцип анализа и обобщения перспективности растений. Множество

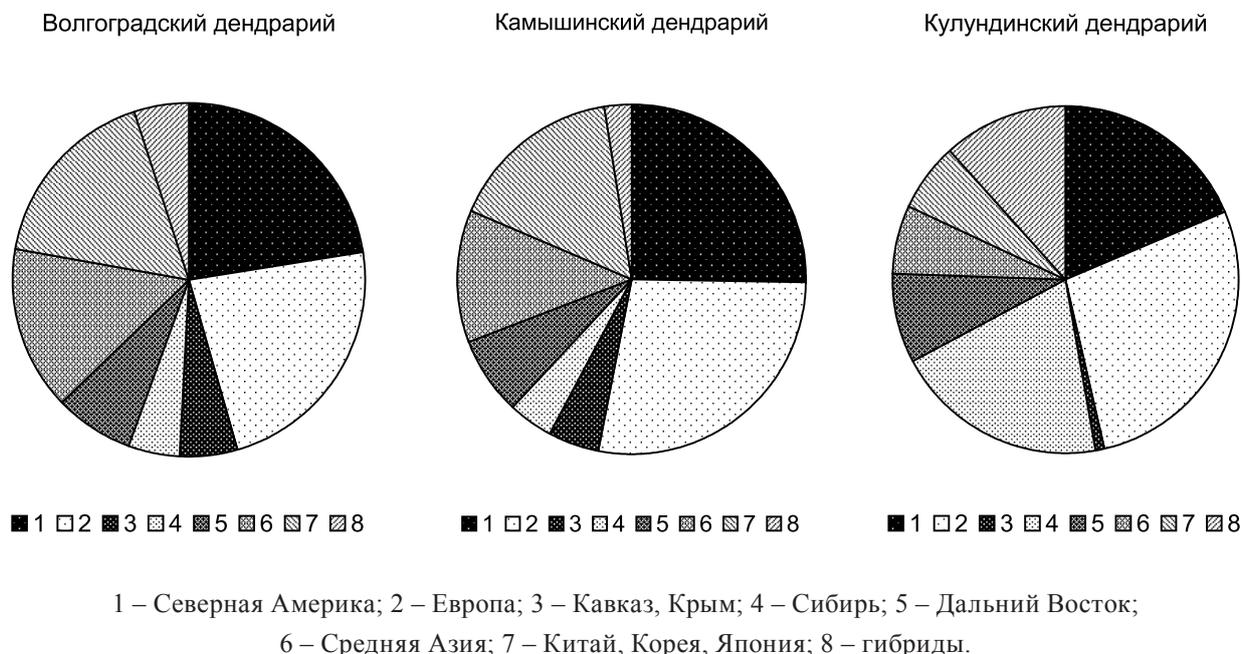


Рис. 1. География интродукционных ресурсов древесных пород

Сбор исходного материала проводился в бывших республиках Средней Азии, в Волгоградской, Астраханской, Ростовской областях, Ставропольском крае.

В Камышинском дендрарии произрастает 326 таксонов из 107 родов 42 семейств, в Волгоградском дендрарии – 478 таксонов из 97 родов и 39 семейств, в Кулундинском дендрарии – 144 таксонов из 50 родов и 25 семейств. Наиболее распространены в коллекциях представители семейств: *Rosaceae*, *Caprifoliaceae*, *Oleaceae*, *Fabaceae*, среди которых большое количество видов и образцов, собранных в различных точках ареала.

Главное внимание при изучении интродукционных ресурсов уделяется адаптации и выносливости растений, которые определяются в результате эксперимента по интродукции растений в пространстве и во времени. Поиск видов многофункционального на-

показателей, имеющих свою размерность, обобщались в единый количественный признак.

**Результаты и обсуждение.** Интродукция, как известно, при всей ее положительной роли в обогащении растительных ресурсов может иметь нежелательные последствия, когда неконтролируемый процесс натурализации (стихийная, спонтанная) может привести к нарушениям в местных фитоценозах.

С другой стороны, интродукция обеспечивает биоразнообразие и является важнейшим способом повышения продуктивности деградированных сельскохозяйственных ландшафтов и формирования комфортных условий проживания населения.

Оценивая поведение деревьев и кустарников в засушливых условиях можно констатировать, что адаптация растительных организмов к новым условиям обитания происходит на всех уровнях организации: клеточном, организменном, популяционном.

Под действием неблагоприятных факторов проницаемость клеточных мембран изменяется. Поэтому одним из показателей способности поддержания гомеостаза служит состояние коллоидно-осмотических свойств протоплазмы. Чем дальше может быть отодвинуто опасное уменьшение гидратуры протоплазмы, тем больше шансов у растений пережить крайнюю засуху (табл. 2).

Виды, относящиеся к I группе – более стабильны в отношении общей оводненности листа в течение сезона, без повреждений переносили засушливые периоды. У них наблюдалась способность регулировать свой водный обмен в критический период путем изменения ширины устьичных отверстий, что приводило к снижению водного дефицита. Водный дефицит этих видов в засушливый период не превышал 26%.

Таблица 2

**Сравнительная оценка засухоустойчивости интродуцированных боярышников (*Crataegus*) электролитическим методом**

Группа	Название вида	Относительный выход электролитов, М±м	Критерий достоверности Стьюдента между группами	Степень засухоустойчивости
I	<i>Cr. gussanovii</i>	1,55 ±0,06		Высокая
	- <i>korolkovii</i>	1,54 ±0,04		
	- <i>almaatensis</i>	1,71 ±0,05	Ч-II = 12,1	
	- <i>submollis</i>	1,69 ±0,04	Ч-III = 14,2	
	- <i>arnoldiana</i>	1,58 ±0,02		
	- <i>flabellata</i>	1,78 ±0,06		
	Среднее	1,64 ±0,05		
II	- <i>schroederi</i>	2,27 ±0,08	Ч-II = 12,1	Средняя
	- <i>nigra</i>	2,81 ±0,03	Ч-III = 8,1	
	- <i>douglasii</i>	2,38 ±0,05		
	Среднее	2,49 ±0,05		
III	- <i>maximowiczii</i>	3,78 ±0,11	Ч-III-I = 14,2	Слабая
	- <i>chlorosarca</i>	3,47 ±0,14	Ч-III-II = 8,1	
	Среднее	3,63 ±0,13		

У видов III группы отмечены большие колебания в оводненности тканей листа (до 25%), показатель водного дефицита был выше 33%, а в засушливые годы наблюдались явные признаки повреждения листового аппарата от подсыхания. У видов II группы имело место снижение тургора листьев. Лучшим ростом отличаются интродуценты I и II групп.

Изменения проницаемости протоплазмы по отношению к выходу электролитов в период завядания показывают структурную устойчивость, которая в значительной мере определяет возможную устой-

чивается листовая поверхность и понижается отношение поверхности листа к объему). Для ксероморфного листа характерны более низкие индексы поверхность/объем и высокие показатели отношения палисадной ткани к губчатой (табл. 3).

Приспосабливаясь к засушливым условиям древесные растения, изменяют ритм своего роста и развития. В сухой степи рост побегов деревьев и кустарников приурочен к наиболее благоприятному периоду, когда в почве много влаги и средняя температура не превышает 16°C. В усло-

Таблица 3

**Адаптационные возможности анатомических структур листа у различных видов клена (Acer)**

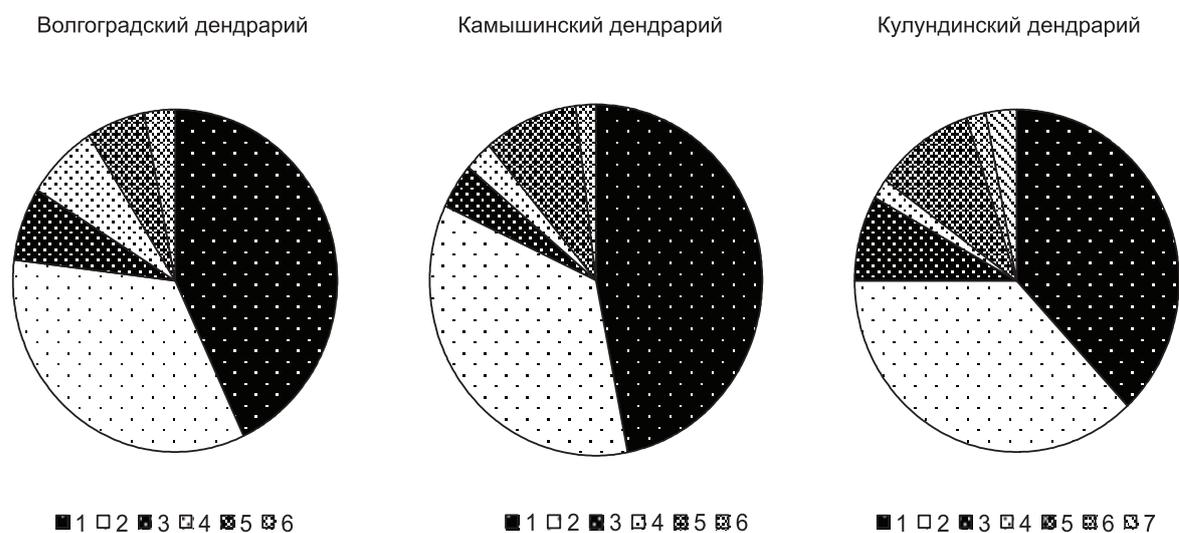
Виды	Площадь листа, см <sup>2</sup>	Объем листа, см <sup>3</sup>	Индекс поверхность/объем	Толщина листа					
				Общая	Покровных тканей	Палисадной паренхимы	Губчатой паренхимы	Число рядов палисадной паренхимы	Отношение палисадной ткани к губчатой
<i>ginnala</i>	20,6	0,26	160,4	129,5*/ 100	19,6/ 15,1	69,1/ 53,4	40,8/ 31,5	1	1,70
<i>negundo</i> (♂)	105,2	1,83	117,0	184,2/ 100	30,0/ 17,2	73,5/ 42,2	70,7/ 40,6	2 (3)	1,07
<i>negundo</i> (♀)	68,3	1,10	125,3	161,9/ 100	29,1/ 18,0	70,8/ 43,7	62,0/ 38,3	-	1,13
<i>platanoides</i>	123,9	1,34	185,5	108,5/ 100	14,5/ 13,4	32,7/ 30,1	61,3/ 56,5	1	0,50
<i>saccharinum</i>	39,0	0,41	192,7	106,3/ 100	15,0/14,2	33,0/ 31,0	38,3/ 54,8	1	0,60
<i>semenovii</i>	10,8	0,27	82,6	252,8/ 100	25,7/ 10,2	153,1/ 60,5	74,0/ 29,3	1	2,00
<i>tataricum</i>	30,1	0,38	159,7	127,3/ 100	22,8/ 17,9	68,1/ 53,5	36,4/ 28,8	1	1,86

\* в числители данные выражены в микрометрах, в знаменателе – в процентах.

чивость растений. С увеличением возраста уменьшается показатель относительного выхода электролитов, возрастает структурная устойчивость интродуцентов к неблагоприятным условиям среды [10].

В засушливых условиях у интродуцированных древесных видов появляется ксероморфность (умень-

ваются сухой степи высокие деревья не достигают размеров свойственных им на родине. Средние низкорослые деревья и кустарники имеют высоту как в ареале естественного распространения. Соотношение коллекционных фондов представлено на рис. 2.



1 – деревья высотой 5–10 м; 2 – кустарники средние (высотой 0,5–2,5 м); 3 – кустарники высокие (2,5 м);  
 4 – кустарники высокие с шипами и колючками; 5 – кустарники средние с шипами;  
 6 – кустарники низкие (до 0,5 м); 7 – деревья высотой 10–15 м.

Рис. 2. Биоразнообразие деревьев и кустарников по формам роста

Сущность взаимоотношений растений и окружающей среды позволяет вскрыть многообразие приспособительных реакций. Для диагностики выносливости и определения перспективности необходимо использовать комплекс показателей, одним из которых является характер цветения, плодоношения и семенного размножения.

Новые условия выращивания растений - интродуцентов откладывают заметный отпечаток на процессы заложения генеративных органов, динамику их формирования, на развитие плодов и семян. Это в свою очередь сказывается на росте и развитии выращиваемых из них растений.

Характер цветения и плодоношения кустарников в различных экологических условиях изменяется, что связано с количеством тепла и влаги. Ксерофитным видам для нормального развития генеративных органов нужно больше тепла и меньше влаги, более влаголюбивым наоборот (табл. 4).

Наиболее перспективный интродукционный материал с большим диапазоном приспособительных возможностей, с высоким уровнем внутривидовой изменчивости, определяющим успех интродукции, находится в центральной области ареала. Растения, выращенные из семян из этой части ареала обладают более широкой нормой реакции на различные внешние условия. Чем больше изменчивость растения, тем больше амплитуда его возможностей для адаптации к новым условиям. Цветение и плодоношение отражают степень адаптации растений к экологическим условиям. Чем выше степень адаптации растений к местным условиям, тем успешнее они развиваются, что обусловлено хорошей завязываемостью плодов и семян, формированием крупных плодов и семян. Это ведет к большой семенной продуктивности и возможности использования растений при создании семенных участков.

Таблица 4

**Характер цветения и плодоношения кустарников в различных экологических условиях**

Семейство (род)	Цветение *			Плодоношение*		
	Алтайский край	Волгоградская область	Астраханская область	Алтайский край	Волгоградская область	Астраханская область
<i>Fabaceae (Amorpha, Caragana)</i>	4-5	3-4	2-3	3-4	3	2
<i>Polygonaceae (Atraphaxis)</i>	2	2-3	3-5	2	3	4
<i>Chenopodiaceae (Erotia)</i>	2-3	3-4	4-5	2-3	3	4-5
<i>Rosaceae (Crataegus)</i>	4-5	4-5	3-4	4	4	3
<i>Compositae (Artemisia)</i>	2-3	3-4	3-5	2-3	3-4	3-5
<i>Tamaricaceae (Tamarix)</i>	2-3	3-4	3-5	2-3	3-4	3-5

\*Шкала цветения и плодоношения:

2 – слабое; 3 – удовлетворительное; 4 – хорошее; 5 – обильное.

Экологическая пластичность (экологическая валентность) характеризует свойство видов адаптироваться к диапазону факторов среды. Виды, длительное время развивающиеся в относительно стабильных условиях, снижают или утрачивают экологическую пластичность, в то время как виды, существовавшие при значительных колебаниях факторов среды, при-

обретают повышенную экологическую пластичность.

По отношению ко всем факторам среды широко приспособленных организмов не так много. Поскольку все факторы среды взаимосвязаны и среди них нет абсолютно безразличных для любого организма, каждая популяция и вид в целом реагируют на эти факторы, но воспринимают их по-разному (табл.5).

Таблица 5

**Экологическая валентность экотипов кохии простертой (*Kochia prostrata*)**

Показатели	<i>v. villosissima</i>		<i>v. virescens</i>		<i>v. canescens</i>	
	сухая степь	полу-пустыня	сухая степь	полу-пустыня	сухая степь	полу-пустыня
Надземная воздушно-сухая кормовая масса, ц/га	18,2	48,5	24,7	32,9	20,9	28,7
Семенная продуктивность, ц/га	1,5	4,7	2,3	2,9	1,8	2,7
Облиственность в фазах бутонизации и цветения, %	52,7	68,3	54,1	53,1	56,0	65,2
Поедаемая часть (листья, соцветия, плоды, побеги до 3 мм),%	67,8	77,5	75,7	67,0	68,8	72,1
Высота растений, см	85,3	114,3	93,7	74,1	89,0	100,4
Содержание протеина в фазах бутонизации и цветения, %	11,8	18,4	13,1	13,8	14,2	17,4

Перспективы использования интродукционных ресурсов для оптимизации лесных мелиораций становятся относительно полными после изучения эколого-биологической и хозяйственной результативности с использованием эксперимента в пространстве и во времени. Анализ эколого-экспериментального опыта интродукции показал, что наибольшими адаптационными возможностями обладают виды с широким ареалом произрастания. Это составляет 179 (45%) видов из коллекций Нижнего Поволжья и 54 (46%) видов коллекции Западной Сибири, которые имеют высокий балл зимостойкости и засухоустойчивости, хорошо цветут и плодоносят и характеризуются высоким генеративным индексом (0,69-0,81).

Градации признаков и методика составления цифрового шифра по степени адаптации каждого вида к местным условиям среды оценивались в баллах. Полученные оценки степени адаптации сравнивались по разным пунктам и позволили установить закономерности географической изменчивости по приспособляемости к климатическим условиям среды. При выявлении адаптационной пластичности у общих видов, произрастающих во всех дендрариях ВНИАЛМИ, определены наиболее, средне и наиме-

нее адаптированные растения к широкому диапазону климатического воздействия.

Высокая степень адаптации большинства видов объясняется тем, что в процессе эволюционного становления у растений возникла способность адаптироваться к широкому диапазону изменчивости климатических параметров. Эти виды представляют большую научно-практическую ценность в качестве ассортимента пород многофункционального назначения и представлены полиморфными родовыми комплексами, богатыми в видовом отношении (боярышники, шиповники, жимолости и др.)

Комплексная оценка интродуцированных видов показала, что при нормальных, оптимальных условиях создания насаждений кустарники, обладая высокой степенью адаптивности, способны дать наибольшую сумму полезностей в сложных лесорастительных условиях [11, 13, 14]. Обобщенный показатель по группе признаков (биоэкологические, биоценотические, биохимические, биосоциальные) у представителей сем. *ROSACEAE* составил 0,76-0,82. (боярышники, шиповники, ирга, рябины, хеномелес и др.). Они как виды многоцелевого назначения перспективны для оптимизации насаждений засушливых районов России (табл. 6).

Таблица 6

**Комплексная оценка перспективности интродукционных ресурсов**

Семейства	Группа признаков и показатели значимости				Обобщенный показатель
	Биоэкологические*	Биоценотические**	Биохимические***	Биосоциальные****	
<i>Rosaceae</i>	0,95	0,80	0,95	0,63	0,82
<i>Berberidaceae</i>	0,78	0,75	0,75	0,75	0,76
<i>Fabaceae</i>	0,90	0,72	0,54	0,92	0,75
<i>Oleaceae</i>	0,71	0,60	0,45	0,81	0,63
<i>Caprifoliaceae</i>	0,75	0,71	0,37	0,75	0,62
<i>Cupressaceae</i>	0,63	0,95	0,35	0,70	0,62
<i>Caesalpinaceae</i>	0,78	0,63	0,36	0,96	0,64
<i>Celastraceae</i>	0,72	0,60	0,48	0,72	0,62
<i>Fagaceae</i>	0,74	0,62	0,52	0,63	0,62
<i>Betulaceae</i>	0,48	0,40	0,50	0,96	0,55
<i>Cornaceae</i>	0,63	0,80	0,36	0,51	0,55

Примечания:

\*- Биоэкологические – зимостойкость, засухоустойчивость, солеустойчивость, успешность размножения.

\*\* - Биоценологические – жизненная форма, фитоценологическая совместимость и устойчивость, долговечность, почвоулучшающие и почвозащитные свойства, способность образовывать заросли.

\*\*\* - Биохимические – пищевая, кормовая, техническая, лекарственная, медоносная ценности.

\*\*\*\* - Биосоциальные - декоративные свойства (генеративных и вегетативных органов), декоративность кроны, декоративность сочетания разных видов, многообразие форм.

Разработанные критерии подбора ассортимента многофункционального назначения для оптимизации лесных мелиораций засушливых территорий определяются оценкой природно-ресурсного потенциала и перечисленными ниже признаками деревьев и кустарников:

- биологическая устойчивость (широкий ареал в природных условиях при высокой экологической пластичности)
- фитоценологическая устойчивость (совместимость видов в фитоценозе, долговечность фитоценозов)
- хозяйственная ценность (кормовая, лекарственная, техническая, пищевая, медоносная)
- средостабилизирующая способность (почвозащитная, почвоулучшающая, ресурсовоспроизводящая и ландшафтноформирующая).

В искусственных защитных лесных насаждениях засушливых районов не может произрастать любой вид растений, а только тот, который обладает значительным запасом адаптивного потенциала и уровнем экологической толерантности к стрессовым факторам данной среды. Сохранение и использование биоразнообразия интродукционных ресурсов как метод обогащения дендрофлоры аридных территорий включает эколого-биологические, адаптив-

но-ландшафтные, хозяйственно-экономические принципы, практическая ценность результатов которых обозначается в механизме реализации и мероприятиях (рис. 3).

Так как отрицательные природные факторы создают значительные трудности при выращивании защитных лесных насаждений, повышение видового и генетического разнообразия хозяйственно-ценных деревьев и кустарников следует проводить во времени и пространстве, комплектарности древесных и травянистых видов, создания многоярусной структуры, подбора и ротации культур, чередования природных комплексов [12-14].

Увеличение биологического разнообразия хозяйственно-ценных растений в засушливых условиях за счет использования интродукционных ресурсов позволит не только получить продовольственное сырье, но и сохранить плодородие почвы, уменьшить энергзатраты, свести к минимуму применение минеральных удобрений и пестицидов.

Несомненно, что проблема обогащения защитных лесных насаждений хозяйственно-ценными группами древесно-кустарниковых растений зависит в значительной, если не решающей, мере от общественного устройства и уровня социально-экономического развития общества.

### Обогащение дендроресурсов аридных территорий

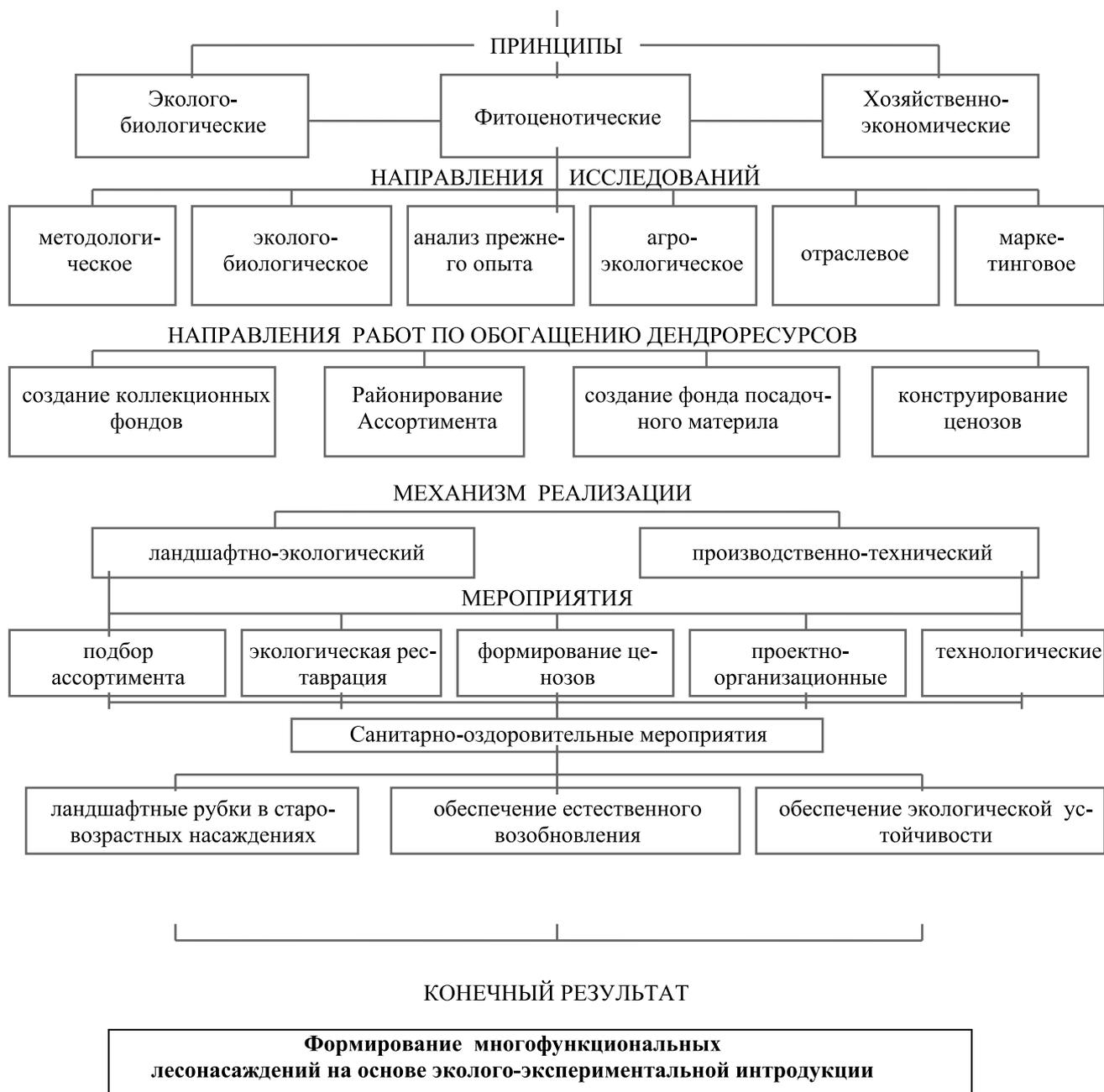


Рис. 3. Схема технологии обогащения и устойчивого использования биоразнообразия деревьев и кустарников

### Список литературы

1. Павловский Е.С. Экологические и социальные проблемы агролесомелиорации. - М.: Агропромиздат, 1988.- 182 с.
2. Павловский Е.С. Концепция современной агролесомелиорации. – Волгоград, 1992.-39 с.
3. Кулик К.Н. Агролесомелиорация аридной зоны России // Материалы Российской научно-практической конференции «Вековой опыт и перспективы агролесомелиорации аридных ландшафтов на юге РФ». – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2000. – с.13-14.
4. Петров В.И. Концепция адаптивного лесоаграрного природопользования и некоторые итоги ее реализации в аридном поясе РФ // Агролесомелиорация: проблемы, пути их решения, перспективы. - Волгоград: изд. ВНИАЛМИ, 2001.-С.204-206.
5. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). - Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 148 с.
6. Свинцов И.П. Деградация песчаных пастбищ в различных типах пустынь // Материалы научно- производ. совещания «Итоги и проблемы борьбы с опустыниванием в северо-западном Прикаспии». – Волгоград, 1998.
7. Павловский Е.С., Петров Н.Г., Маттис Г.Я. Концептуально-программные аспекты развития агролесомелиорации в России. – М.: Россельхозакадемия, 1995. - 70 с.
8. Семенютина А.В.// Международный журнал ботанических садов.- Hortus botanicus. – 2001.-№1. – с. 110-111.
9. Семенютина А.В.// О состоянии и охране окружающей среды Волгоградской области в 2002 году. Государственный доклад. –89-456+1 М.: НИА - Природа, РЭФИА, 2003 - с.145-146.
10. Озолин Г.П., Семенютина А.В.// Бюллетень ГБС. – 1987.- Вып.145.- с.36-44.
11. Рекомендации по обогащению агролесомелиоративных комплексов кустарниками многоцелевого назначения / Семенютина А.В., Острая Т.И., Долгих А.А., Шутилов В.А. – М.: Россельхозакадемия, 1999. – 63 с.
12. Семенютина А.В. Ассортимент деревьев и кустарников для мелиорации агро- и урболандшафтов засушливой зоны. – М.: Россельхозакадемия, 2002.– 60 с.
13. Semenyutina A.V., S.M. Kostyukov. Bioecological justification assortment of shrubs for landscaping urban landscapes. - Accent graphics communications. – Montreal, QC, Canada, 2013. – 164 p.
14. Semenyutina A.V., Klimov A.D. Comprehensive assessment of species of Gleditsia in Volgograd region. - The role of botanical gardens in conservation of plant diversity: proceeding of the international scientific practical conference Dedicated to 100<sup>th</sup> Anniversary of Batumi Botanical Garden. Part I. – Batumi, Georgia, 2013. – P. 210-211.