

Статья. — в сб. Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии. Доклады Международной научной конференции. — Алматы: Luxe Media Publishing, 2022. — С. 542-552.

**В статье констатируется, что циклическая изменчивость ценности лекарственных растений пока не контролируется фармацевтической промышленностью ни в режиме времени трансформации климата Казахстана, ни в масштабах зональности его территории. Для решения данной проблемы предложено использовать разработанный автором метод хронобиологического анализа (ХБА) и полученный с его помощью опыт мониторинга лекарственных растений в период глобального потепления климата крупной и экологически разнообразной территории от гор Северного Тянь-Шаня до пустынь Южного Прибалхашья. Доказана возможность статистически значимого, количественного ХБА циклической изменчивости и степени уязвимости характеристик лекарственных растений, что позволит решать задачи поиска, заготовки в природе и выращивания в культуре лекарственных растений с заранее заданными ценными качествами. А также существенно повысит эффективность использования растительного сырья для фармацевтической промышленности и безопасность населения в периоды эпидемий и пандемий. Предложенное решение проблемы можно применять и в любых других регионах.**

**Далее размещен файл опубликованной статьи.**

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЭКОЛОГИЯ, ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТАБИҒИ  
РЕСУРСТАР МИНИСТРЛІГІ  
ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ЖАНУАРЛАР ДҮНИЕСІ КОМИТЕТІ  
БОТАНИКА ЖӘНЕ ФИТОИНТРОДУКЦИЯ ИНСТИТУТЫ

**«ЕУАЗИЯ ӨСІМДІК ӘЛЕМІН ЗЕРТТЕУ, САҚТАУ  
ЖӘНЕ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ»  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ  
КОНФЕРЕНЦИЯ МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ИЗУЧЕНИЕ, СОХРАНЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА ЕВРАЗИИ»**

**PROCEEDINGS  
OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND APPLIED CONFERENCE  
«STUDY, CONSERVATION AND RATIONAL  
USE OF THE PLANT WORLD OF EURASIA»**

Алматы  
Almaty, 2022

УДК 58  
ББК 28.5  
Е 89

Бас редактор: б.ғ.д, ҚазҰЖҒА академигі Ситпаева Г.Т.  
Шығарылымға жауаптылар: б.ғ.к Рахимова Е.В., лаб. мен. Сатеков Е.Я.  
Техникалық редактор: Набиева С.В.

**Редакциялық алқа:**

Гемеджиева Н.Г. — б.ғ.д.  
Димеева Л.А. — б.ғ.д.  
Рахимова Е.В. — б.ғ.д.  
Саметова Э.С. — б.ғ.к.  
Грудзинская Л.М. — б.ғ.к.  
Кудабаева Г.М. — б.ғ.к.  
Нурашов С.Б. — б.ғ.к.  
Веселова П.В. — б.ғ.к.  
Муканова Г.С. — б.ғ.к.  
Каржаубекова Ж.Ж. — х.ғ.к.  
Айтымбетова К.Ш. — а.ш.ғ.к.

**Еуразия өсімдік әлемін зерттеу, сақтау және ұтымды пайдалану:** Ботаника және фитоинтродукция институтының 90 жылдығына арналған Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары бойынша ғылыми мақалалар жинағы (7-9 қыркүйек 2022, Алматы). — Алматы, 2022. — 801 бет.

ISBN 978-601-7511-60-9

ҚР ЭГТРМ ҚЛХЖМ “Ботаника және фитоинтродукция институтының 90 жылдығына арналған жинақта: Қазақстандағы ботаника ғылымының қалыптасуы мен дамуының негізгі кезеңдері туралы; ботаникалық әртүрлілікті зерттеу және сақтау нәтижелері бойынша; флористика, таксономия, геоботаника, ресурстану, экология, микология, өсімдіктер интродукциясы бойынша. қазақстандық және шетелдік ғалымдардың 148 түпнұсқадағы ғылыми мақалалары ұсынылған.

Басылым флора және өсімдіктер систематикасы, геоботаника, ботаникалық ресурстану, табиғатты қорғау саласындағы мамандарға, биологиялық жоғары оқу орындарының оқытушылары мен студенттеріне арналған.

Жинақты шығару BR10264557 «Алматы облысының флорасы мен өсімдік ресурстарының қазіргі экологиялық жағдайын Ресурстық әлеуетті тиімді басқарудың ғылыми негізі ретінде қадірлік бағалау» (2021-2023 жж.) ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында жүзеге асырылды.

ISBN 978-601-7511-60-9

УДК 58  
ББК 28.5

## МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ КАЗАХСТАНА

Проскураков М.А.

*РГП на ПВХ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭГПР РК*

*г. Алматы, Республика Казахстан,*

*e-mail: proskuryakov137@mail.ru*

**Аннотация:** предложено концептуально новое решение проблемы мониторинга изменчивости лекарственных растений для их рационального использования в режиме меняющегося климата Казахстана.

Казахстан занимает территорию 2724,9 тысяч квадратных километров, расположен в четырех климатических зонах: лесостепной, степной, полупустынной и пустынной. Север Казахстана соответствует южной широте центральной части Восточно-Европейской равнины, юг – широте средиземноморских стран Южной Европы. Климат здесь резко континентальный и диапазон его разнообразия исключительно широк. Годовое количество осадков: от 1600 мм (в горных районах) до 100–200 мм (в пустынных). Средняя температура января: от  $-18^{\circ}\text{C}$  (на севере страны) до  $-3^{\circ}\text{C}$  (на юге). Средняя температура июля: от  $19^{\circ}\text{C}$  на севере страны до  $29^{\circ}\text{C}$  на юге. А ее суточные перепады достигают  $20^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{C}$ . Притом с 1980-х годов в Казахстане фиксируется устойчивое повышение средней температуры приземного воздуха, что по заключению казахстанских ученых существенно увеличивает вероятность инфекционных болезней, как из природных очагов страны, так и путем их завоза извне (Второе Национальное Сообщение Республики Казахстан, 2009).

Данный прогноз уже сбывается в ходе развития пандемии коронавируса. И это согласуется с выводами основоположника космической биологии А. Л. Чижевского, который доказал, что возникновение особо опасных инфекционных болезней на Земле сопряжено с колебаниями климата (Чижевский, 1976). В такой ситуации развитие сырьевой базы фармацевтики Казахстана крайне актуально. Становится ясно и то, что для формирования устойчивой, рентабельной и конкурентоспособной сырьевой базы фармацевтической промышленности республики первостепенное значение имеет решение проблемы освоения именно местной флоры лекарственных растений. Здесь она представлена 1500 видами из 134 семейств (Аннотированный список ..., 2014).

В свете этого целью статьи и ставилось предложить решение проблемы мониторинга зональной изменчивости лекарственных растений для их рационального использования в режиме активно меняющегося климата Казахстана. В задачи работы входило следующее:

- обосновать необходимость применения метода хронобиологического анализа для количественного мониторинга зональной изменчивости лекарственных растений;
- аннотировать накопленный опыт работы методом хронобиологического анализа;
- предложить проект размещения стационаров для зонального тестирования целебности растений и интерполяции его результатов на территории Казахстана;
- рекомендовать этапы реализации пилотного проекта мониторинга.

Метод хронобиологического анализа (ХБА) был разработан для количественного мониторинга пространственно-временной изменчивости характеристик биocenozов и их компонентов (Проскураков, 2012, 2017). В основу этого метода положен системный подход. При его применении растения рассматривались как хронобиологические процессуальные системы, которые проявляют определённую последовательность состояний во времени изменения среды их обитания. Входом в такие системы является изучаемый период жизни растений, т.е. интервал лет, в течение которого ведутся наблюдения. Выходом – результаты наблюдений за временными изменениями характеристик растений.

При работе методом хронобиологического анализа в качестве независимой переменной служит фактор времени ( $X$ ), т.е. годы наблюдений. В качестве же зависимой переменной – характеристики растений ( $Y$ ), изменяющиеся в режиме времени трансформации климата. Это позволяет использовать общепринятые статистические методики количественной оценки связей. Для фильтрации «шума», обусловленного колебаниями среды обитания во время сбора данных хро-

нобиологического анализа, применялись методики корреляционного и регрессионного анализа. При этом из-за нелинейности реакции растений на изменение среды обитания рассчитывался не коэффициент корреляции ( $r$ ), а корреляционное отношение ( $\eta_{yx}$ ). Устанавливался уровень статистической значимости получаемых оценок корреляционных отношений. Определялись коэффициенты детерминации ( $d_{yx}$ ), указывающие долю вариации изучаемых характеристик растений, которая происходит согласованно со шкалой времени анализируемого периода их жизни.

Далее с учетом величины корреляционного отношения ( $\eta_{yx}$ ) и коэффициента детерминации ( $d_{yx}$ ) выяснялась степень уязвимости растений. Было предложено при  $\eta_{yx} = 0,5 \div 0,6$  уязвимость считать средней; при  $\eta_{yx} < 0,5$  – слабой. Высокой же – при  $\eta_{yx} \geq 0,7$ , когда около пятидесяти и более процентов вариации характеристик растений происходит согласованно со шкалой времени изменения климата. Такое решение впервые позволило количественно оценивать степень уязвимости растений в режиме времени влияния всей совокупности факторов среды обитания (Проскуряков, 2012). А на основе результатов регрессионного анализа решалась и задача построения графиков линий регрессии (Проскуряков, 2012, 2013), которые отражали усредненную картину временного хода изменения характеристик растений (рис. 1).

На заключительном этапе работы определялись количественные оценки скорости, направления и величины смещения характеристик лекарственных растений в динамике времени выполненных наблюдений.

Более подробно научно–методологическая основа ХБА и алгоритм расчетов даны в упомянутой выше монографии. Поэтому далее остановимся на опыте использования метода ХБА для мониторинга изменчивости лекарственных растений. Данная работа была приурочена к активному потеплению климата и проводилась на ключевых участках. О режиме изменения климата в районе исследований наглядно свидетельствует карта Казгидромета, отражающая распределение коэффициента линейного тренда потепления воздуха (рис. 2).

Первый ключевой участок хронобиологических наблюдений размещался на территории Южного Прибалхашья в районе современной дельты реки Или, где представлена в основном растительность тугайного типа (рис. 2). Местность здесь пересекается множеством протоков, занятых

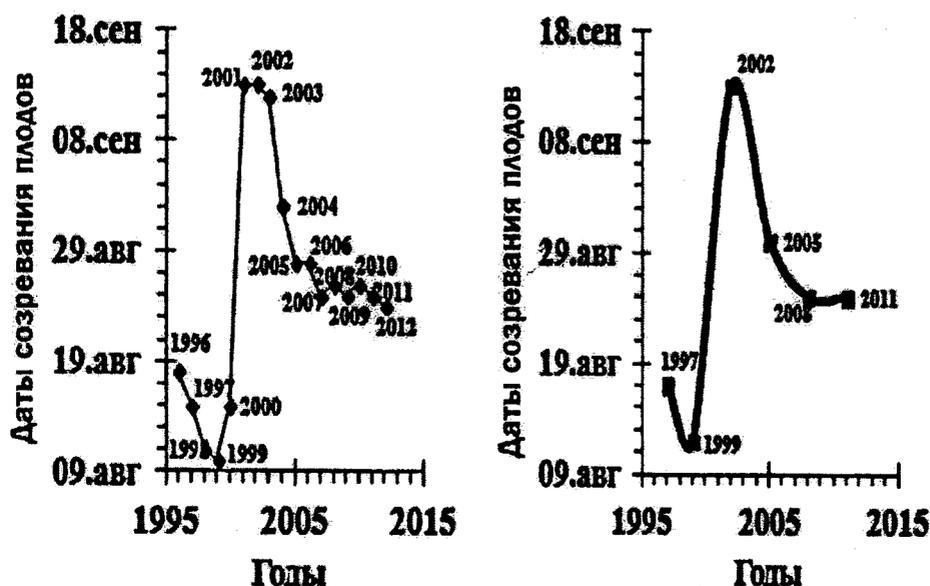


Рисунок 1 – Временной ряд результатов наблюдений (слева) и линия регрессии (справа) даты созревания плодов лещины сорта *Corylus avellana* 'Tambovskiy rannii'

$\eta_{yx} = 0,99 \pm 0,04$ ;  $d_{yx} = 0,98$ ;  $t_{\text{факт}} = 26$ ;  $t_{\text{табл } 001} = 4,073$

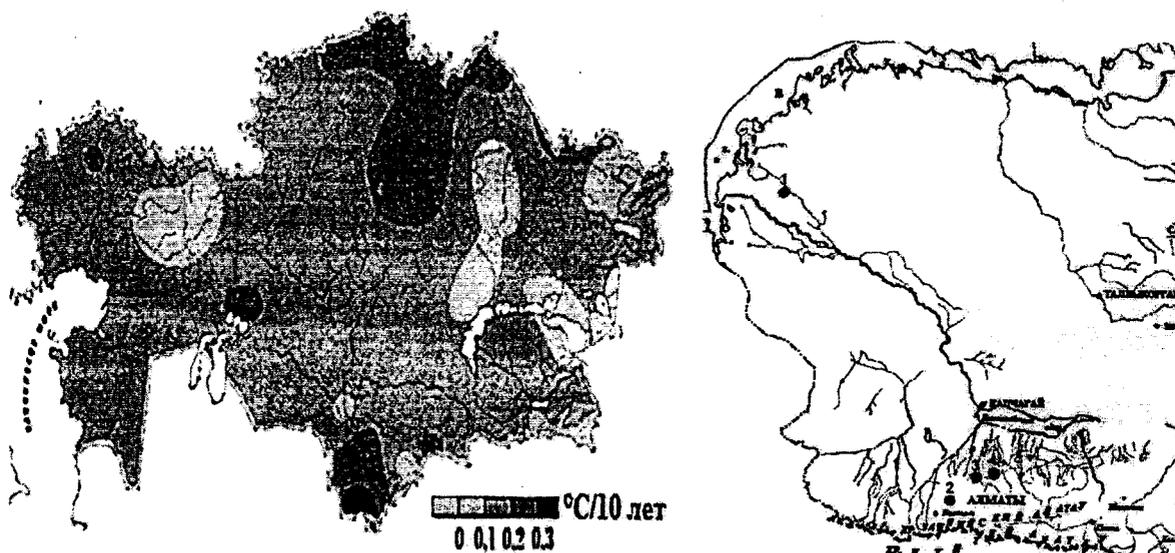


Рисунок 2 – Карта распределения коэффициента линейного тренда температуры приземного воздуха на территории Казахстана (по материалам Второго Национального Сообщения Республики Казахстан, 2009) – слева и порядок размещения ключевых участков ХБА – от Северного Тянь-Шаня до Южного Прибалхашья (справа).

Координаты ключевых участков:

- 1 – N 45° 19.974'; E 75° 13.732'; высота – 355 м. н.у.м.;
- 2 – N 43° 13.077'; E 76° 55.003'; высота – 881 м. н.у.м.;
- 3 – N 43° 18.170'; E 77° 03.909'; высота – 763 м. н.у.м.;
- 4 – N 43° 19.140'; E 77° 15.293'; высота – 920 м. н.у.м.

вдоль берега тугайной растительностью, зарослями черного саксаула и полынно-солянковыми ассоциациями на солончаках, которые формируются на примитивных аллювиально-луговых почвах. Вдоль протоков рек Или, Жидели, Топар, Коктал и Кетпенкалды здесь широко распространены сообщества с участием лоха остроплодного: лохово – ивово – разнотравно – злаковые, злаково – разнотравно – ивово – лоховые, злаково – лоховые и лоховые. Тут же располагаются заросли чингиля: чингилово – волоснецово – полынные, чингилово – солянково – разнотравно – злаковые. На этом ключевом участке сбор материалов полевых наблюдений велся непрерывно с 1994 по 2008 годы. Затем выполнялся ХБА изменчивости и уязвимости лекарственных растений, а также их консортивных связей с представителями самого многочисленного класса животных на земле – насекомых.

**Второй, третий и четвертый ключевые участки** располагались в предгорной степной зоне Северного Тянь-Шаня вдоль подножия хребта Заилийский Алатау (рис. 2). Здесь господствуют полынно-злаковые и злаково-разнотравные степи северного типа со среднегумусовыми и малогумусовыми черноземами. А ближе к склонам гор размещаются островки садов и лиственных лесов из яблони Сиверса и абрикоса обыкновенного. Средняя мощность гумусового горизонта колеблется от 55 см до 70 см. Почвы суглинистые. Второй опытный участок, где выращивались интродуцированные лекарственные растения, находился на территории Главного ботанического сада Института ботаники и фитоинтродукции. В процессе работы на нем соблюдалась преемственность агротехники культивирования растений.

Полная таксономическая сводка всех наших объектов выполненного мониторинга (таблица 1) и примеры результатов их хронобиологических исследований (таблица 2) даны ниже.

Материалы таблицы 2 подтверждают, что метод ХБА позволяет получать количественные оценки скорости и направления смещения характеристик лекарственных растений, общей величины их смещения и связи происходящей изменчивости с наблюдаемым периодом потепления климата. Этот метод впервые дал возможность количественно оценивать и степень уязви-

мости объектов хронобиологического анализа. Притом для большинства изучаемых таксонов лекарственных растений степень их уязвимости оказалась предельно высокой, стремящейся к функциональной на 1%-ом уровне значимости.

Таблица 1 – Объекты хронобиологического мониторинга лекарственных растений

| № участка | Лекарственные растения   | Жизненная форма, распространение, терапевтическое действие, применение. (Аннотированный список..., 2014)   |
|-----------|--|--|
| 1         | <i>Aposynum lancifolium</i> Russanov.<br>Кендырь ланцетолистный  | Травянистый многолетник, встречается в Арало-Каспийском регионе, Прибалхашье, Сырдарье, Тянь-Шане. Сырье – корни, нектар. Содержит карденолиды. Применяется при заболеваниях сердечнососудистой системы  |
|           | * <i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch. ex DC.<br>Солодка уральская.<br>(*фармакопейный)   | Травянистый многолетник, встречается повсеместно, кроме пустынь. Сырье: корни, корневища, нектар. Содержит углеводы, органические кислоты, пектины, тритерпеноиды, стероиды, азотсодержащие соединения, кумарины, дубильные вещества, флавоноиды, куместаны. Противосвертывающее, антифибротическое, диуретическое, противовоспалительное. Применяется для лечения сахарного диабета, гипертонии |
|           | <i>Halimodendron halodendron</i> (Pall.) Voss (syn. of <i>Caragana halodendron</i> (Pall.) Dum. Cours.).<br>Чингил серебристый   | Кустарник, встречается повсеместно, кроме севера и высокогорий. Сырье: надземная часть, нектар. Содержит алкалоиды, сапонины, флавоноиды, белки. Антибактериальное.  |
|           | <i>Cynanchum sibiricum</i> Willd. (syn. of <i>Cynanchum acutum</i> subsp. <i>sibiricum</i> (Willd.) Rech.f.)<br>Ластовень сибирский  | Многолетник, встречается на территории всего Казахстана. Сырье: корни, нектар. Содержит стероиды, терпеноиды, углеводы, ароматические соединения. Антивирусное, противоинфекционное  |
|           | <i>Saussurea salsa</i> (Pall.) Spreng.<br>Соссюрея солончаковая  | Травянистый многолетник, встречается во всех районах Казахстана. Сырье: все растение, нектар. Содержит каучук, сесквитерпеноиды, алкалоиды. Антибактериальное, гомеостатическое, жаропонижающее, антипротозойное   |
|           | <i>Alhagi kirghisorum</i> Schrenk (synonym of <i>Alhagi pseudalhagi</i> subsp. <i>kirghisorum</i> (Schrenk) Yakovl.).<br>Верблюжья колючка   | Полукустарничек, встречается в пустынях Прибалхашья, Бетпак-Далы, Центрального и Южного Казахстана. Сырье: корни, нектар. Содержит флавоноиды, углеводы, каротин, витамин С, катехины. Диуретическое, противовоспалительное, антисептическое, потогонное, слабительное, дезинфицирующее  |
| 2         | Сорта <i>Corylus avellana</i> L. лещины обыкновенной ( <i>Corylus avellana</i> 'Sentabrskiy'; <i>Corylus avellana</i> 'Veselobokovenkovsky', <i>Corylus avellana</i> 'Grandioznyi'; <i>Corylus avellana</i> 'Tambovskiy rannii') | Кустарник, встречается в западном Казахстане. Сырье: ветви, листья, кора, плоды, пыльца. Содержит алкалоиды, кумарины, флавоноиды. Вяжущее, противодизентерийное, жаропонижающее, сосудосужающее, противоопухолевое. Сорта этого таксона интродуцированы в Главном ботаническом саду   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 3 | <i>Malus sieversii</i> (Ledeb.) M. Roem.<br>(syn. of <i>Malus domestica</i> (Suckow)<br>Borkh.).<br>Яблоня Сиверса | Дерево. Встречается от Тарбагатай, до Западного Тянь-Шаня. Сырье: кора, листья, плоды, пыльца, нектар. Содержит дигидрохалконы, углеводы, органические кислоты, витамин С, катехины, флавоноиды, антоцианы. Витаминное, антибактериальное  |
|   | <i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.<br>(syn. of <i>Prunus armeniaca</i> L.).<br>Абрикос обыкновенный                    | Дерево. Встречается в Джунгарском Алатау и Тянь-Шане. Сырье: плоды, камедь, пыльца, нектар. Содержит углеводы, органические кислоты, камедь, каротиноиды, витамины, дубильные вещества, катехины, флавоноиды. Поливитаминное, слабительное |
| 4 | <i>Gagea capusii</i> A. Tergass.<br>Гусиный лук.   | Травянистый многолетник. Встречается в предгорных степях и низменности Казахстана. Сырье: все растение, пыльца, нектар. Содержит каротиноиды, витамин С. Антибактериальное, антимикотическое. Применяется при фурункулезе                  |

Примечание: результаты ХБА этих таксонов опубликованы в монографии, двадцати авторских статьях и размещены в интернете на сайте «Все для студента» ([www.twirpx.com](http://www.twirpx.com)).

Таблица 2 – Результаты хронобиологического анализа цветения лекарственных растений в режиме потепления климата

| Наблюдаемый вид растений   | № участка | Фенособытие               | Годы наблюдений | Скорость смещения, дней в год | Общая величина смещения, дней | Уязвимость | Корреляционное отношение | $r_{факт.}$ | $r_{отмб.}$ | $r_{отмб.}$ |
|--|-----------|---------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Растения степных предгорий Северного Тянь-Шаня</b>              |           |                           |                 |                               |                               |            |                          |             |             |             |
| <i>Gagea capusii</i><br>А.Тергасс.<br>Гусиный лук                  | 4         | начало цветения           | 1994–2007       | 2,0                           | 26                            | высокая    | 0,86±0,15                | 5,9         | 2,18        | 3,06        |
| <i>Taraxacum officinale</i><br>F.H.Wigg.<br>Одуванчик обыкновенный | 4         | начало цветения           | 1995–2007       | 2,0                           | 24                            | высокая    | 0,72±0,22                | 3,24        | 2,23        | 3,11        |
| <i>Malus sieversii</i><br>(Ledeb.)<br>M. Roem.)<br>Яблоня Сиверса  |           | начало массового цветения | 1994–2008       | 1,3                           | 18                            | высокая    | 0,83±0,16                | 5,27        | 2,16        | 2,95        |
| <i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.<br>Абрикос обыкновенный             | 3         | начало цветения           | 1994–2008       | 1,0                           | 14                            | высокая    | 0,85±0,15                | 5,61        | 2,18        | 3,06        |

продолжение таблицы 2

| Наблюдаемый вид растений  | № участка | Фенособытие               | Годы наблюдений | Скорость смещения, дней в год | Общая величина на смещение, дней | Уязвимость | Корреляционное отношение | $r_{факт.}$ | $r_{0,5\%}$ | $r_{0,1\%}$ |
|---|-----------|---------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------------|------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Растения Южного Прибалхашья</b>                              |           |                           |                 |                               |                                  |            |                          |             |             |             |
| <i>Aposynum lancifolium</i> Russan.)<br>Кендырь ланцетолистный  | 1         | начало цветения           | 1994–2008       | 1,4                           | 20                               | высокая    | 0,79±0,17                | 4,47        | 2,16        | 3,01        |
| <i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch. ex DC.<br>Солодка уральская | 1         | начало цветения           | 1995–2008       | 1,0                           | 13                               | средняя    | 0,60±0,23                | 2,57        | 2,20        | 3,11        |
| <i>Cynanchum sibiricum</i> Willd.<br>Ластовень сибирский        | 1         | начало массового цветения | 1995–2008       | 0,9                           | 12                               | средняя    | 0,54±0,24                | 2,23        | 2,18        | 3,06        |
| <i>Halimodendron halodendron</i> (Pall.) Woss.<br>Чингил        | 1         | начало цветения           | 1994–2007       | 0,8                           | 10                               | средняя    | 0,63±0,22                | 2,79        | 2,18        | 3,06        |

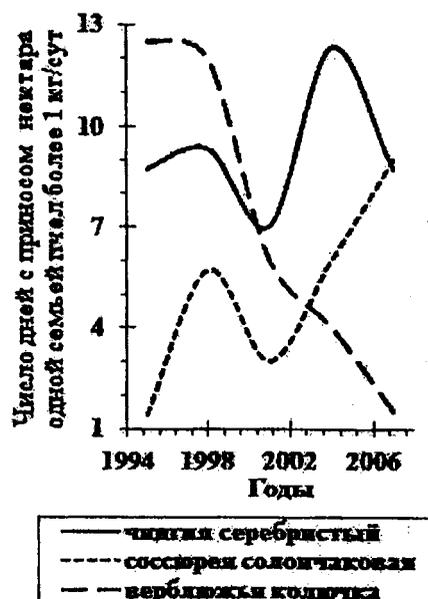


Рисунок 3 – Линии регрессии продуктивности сбора целебного нектара с чингила серебристого (*Halimodendron halodendron* (Pall.) Woss.), верблюжьей колючки (*Alhagi kirghisorum* Schrenk.) и сосюреи солончаковой (*Saussurea salsa* (Pall.) Spreng.)

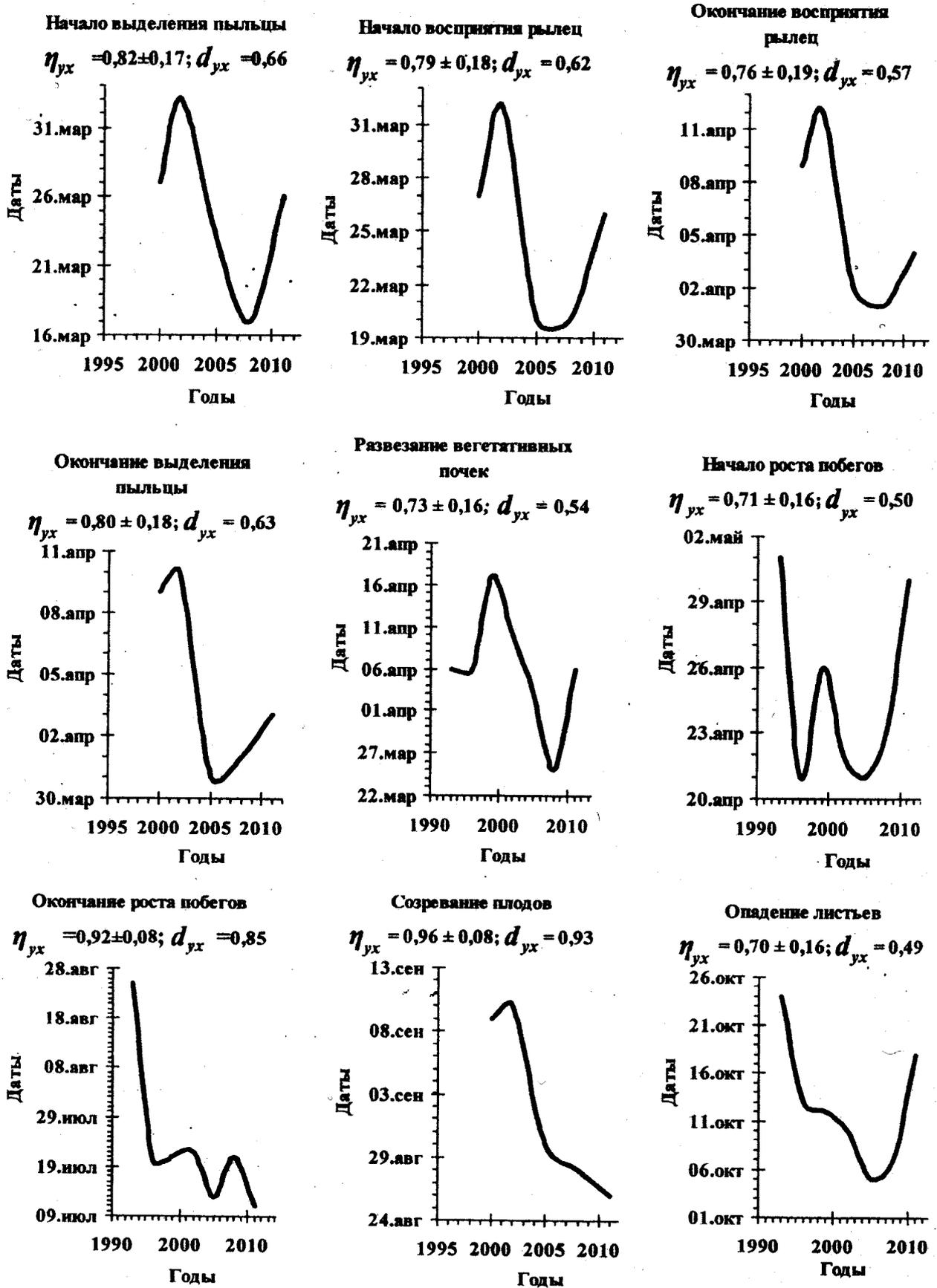


Рисунок 4 – Линии регрессии изменчивости характеристик фаз развития растений сорта лещины *Corylus avellana* 'Gradioznyi' интродуцированных в ботаническом саде г. Алматы.

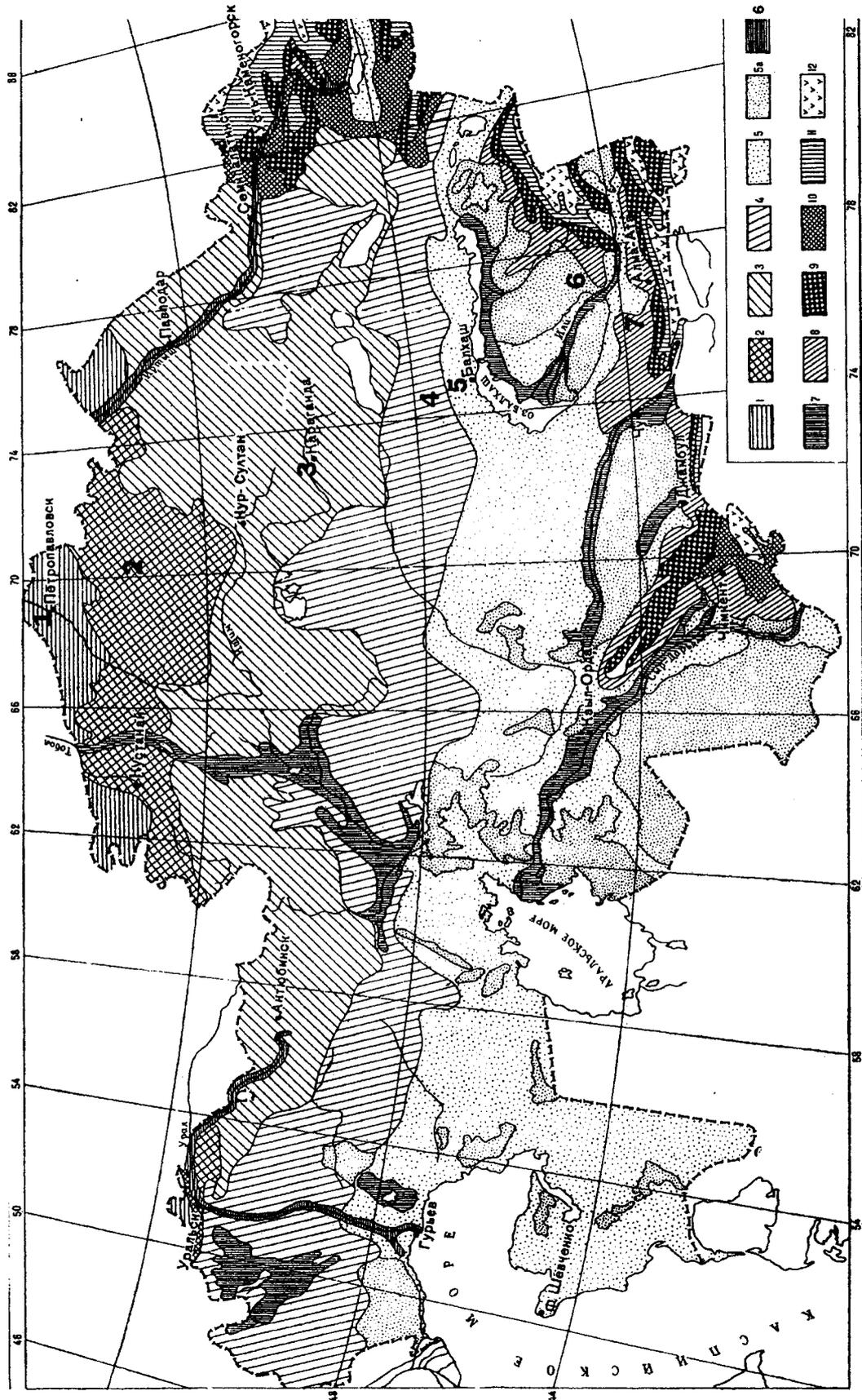


Рис. 5. Почвенно-растительная карта Казахстана.  
 Почвенно-растительная покрове равнинно-элювиальной части: 1 — лесостепь на прерывистых черноземах, 2 — лесо-элювиальная степь на южных черноземах, 3 — ковыльно-типчаковая степь на темно-каштановых почвах, 4 — полупустынная каштановая и бурная почва, 5а — ризоморфно-устаревшая почва, 5б — полимерно-солиевая глинистая почва, 6 — приречная дуга и туран на долинах, 7 — солончак, 8 — солончак, 9 — солончак, 10 — солончак, 11 — солончак, 12 — солончак.  
 Урало-каспийская степь и лесостепь: 1 — лесостепь и лесостепно-степной пояс на горных подзолистых и черноземных луговых почвах, 2 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 3 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 4 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 5 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 6 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 7 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 8 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 9 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 10 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 11 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах, 12 — каштановый и субкаштановый пояс на горно-луговых почвах.

1-7 - пункты тестирования лекарственных растений

Метод ХБА помогает увидеть динамику изменчивости всего спектра характеристик лекарственных растений, в том числе продуктивности их лекарственного сырья. Благодаря этому выяснилось, что сбор целебного сырья варьирует в очень широких пределах как в зависимости от климатогенной изменчивости среды обитания, так и таксономической принадлежности лекарственных растений (Проскураков, 2012). Пример тому цикличность процесса продуктивного нектаросбора (т.е. сбора нектара контрольной семьей пчел более 1 кг/сут.) – на ключевом участке в Прибалхашье (рис. 3). Корреляционное отношение данного процесса  $\eta_{yx} = 0,7522$ ; ошибка корреляционного отношения  $S_n = 0,1828$ ; фактическое значение критерия Стьюдента  $t_{\text{факт}} = 4,1149$  при табличном  $t_{05} = 2,16$ . Все эти показатели свидетельствуют о высокой уязвимости нектаровыделения медоносов и статистической значимости результатов их хронобиологического анализа.

Вместе с тем метод ХБА позволяет выполнять и мониторинг адаптационной изменчивости лекарственных растений (рис. 4). А все полученные результаты ХБА свидетельствовали о том, что природа непрерывно изменяет условия обитания, реакцию и продуктивность растений, где бы они ни находились.

В свете вышеизложенного применение метода ХБА впервые даст возможность вести мониторинг изменчивости лекарственных растений с учетом роли всего зонального почвенно-растительного разнообразия территории Казахстана (Климат Казахстана, 1959, рис. 5). С этой целью на данном этапе здесь предлагается создать семь базовых пунктов тестирования изменчивости характеристик лекарственных растений. Их номера отмечены на карте цифрами в следующей последовательности.

- 1 – в лесостепи на предгумусовых черноземах;
- 2 – в злаково-разнотравной степи на южных черноземах;
- 3 – в ковыльно-типчаковой степи на темно-каштановых почвах;

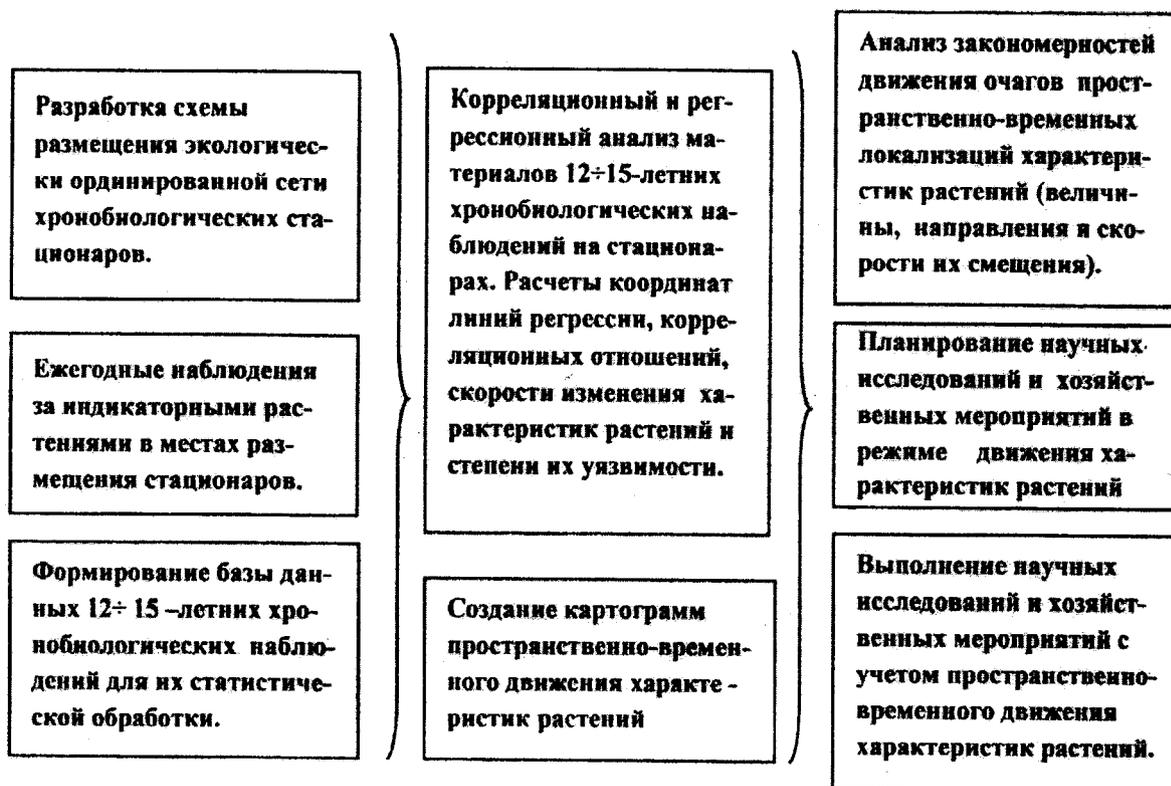


Рисунок 6 – Этапы проектирования и апробации сети стационаров

- 4 – в полупустыне на каштановых и бурых почвах;
- 5 – в полынно-солянковой глинистой пустыне;
- 6 – в разнотравно-кустарниковой песчаной пустыне;
- 7 – в предгорном пустынно-степном поясе на светло-каштановых почвах.

Такое размещение базовых пунктов тестирования уже на первых этапах работы позволит интерполировать результаты их наблюдений на всю территорию Казахстана в динамике непрерывной природной трансформации климата и связанной с этим изменчивости лекарственных растений. А при усложнении климатогенной обстановки в республике количество пунктов тестирования может быть пополнено.

С учетом вышеизложенного, основные этапы реализации предлагаемого пилотного проекта мониторинга лекарственных растений представлены на рис. 6.

#### Заключение

Таким образом, теперь уже накоплен многолетний опыт мониторинга количественной изменчивости характеристик лекарственных растений высокочувствительным методом хронобиологического анализа. Впервые получены с его помощью уникальные результаты мониторинга лекарственных растений в период глобального потепления климата крупной и экологически разнообразной территории от гор Северного Тянь-Шаня до пустынь Южного Прибалхашья. Доказана возможность статистически значимого количественного анализа изменчивости и степени уязвимости характеристик лекарственных растений. Все эти результаты позволяют констатировать, что метод ХБА даст возможность уверенно контролировать временной ход изменчивости характеристик лекарственных растений в режиме климатогенной трансформации среды их обитания и позволит эффективно решать следующие задачи:

- выполнять количественный анализ пространственно-временных смещений характеристик лекарственных растений, скоростных режимов этого процесса, величины и направления его изменения;
- выявлять основные типы адаптационной изменчивости и уязвимости растений;
- строить графические линии регрессии, объективно и наглядно отражающие временной ход количественного изменения характеристик лекарственных растений;
- интерполировать результаты стационарного тестирования лекарственных растений в пределах всего диапазона экологического разнообразия территории Казахстана.

Рациональное использование лекарственных растений невозможно без учета их поведения в режиме времени колеблющегося климата. И в данном аспекте очень важно, что предлагаемое концептуально новое решение проблемы мониторинга лекарственных растений основано не на дорогостоящем изучении причин изменения характеристик растений, а на хронобиологическом отслеживании самого процесса движения и мест локализации координат природных оптимумов у лекарственных растений в режиме нон-стоп. Это даст не только уверенность в рациональном использовании целебных свойств лекарственных растений, но и большую экономию финансовых и трудовых затрат.

Высокая чувствительность метода хронобиологического анализа пространственно-временного движения характеристик растений очевидна. А весь накопленный опыт работы этим методом доказывает, что изменчивость лекарственных растений является следствием адаптационной изменчивости их реакции на непрерывно меняющуюся среду обитания. Поэтому любые попытки игнорировать природную изменчивость лекарственных растений приведут к неудачам и их фармакологического применения.

Становится ясно, что хронобиологический мониторинг может выполняться как при глобальном потеплении, так и похолодании климата. Это позволит отслеживать динамику биологической устойчивости и ресурсной перспективности лекарственных растений. Даст возможность решать задачи поиска, заготовки в природе и выращивания в культуре лекарственных растений с заранее заданными ценными качествами. Минимизирует риски при проектировании, заготовке и применении лекарственных растений для формирования устойчивой, рентабельной и конкурентоспособной сырьевой базы для фармацевтической промышленности. Существенно повысит эффективность использования растительного сырья фармацевтической промышленности и безопасность населения в периоды эпидемий и пандемий, вызванных инфекционными бо-

лезнями. Поэтому нужно как можно скорее задействовать предложенный здесь пилотный проект мониторинга изменчивости лекарственных растений для их рационального использования в режиме непрерывно и опасно трансформирующегося климата Казахстана. Вместе с тем опыт такой работы в Казахстане вполне может пригодиться для любых других стран, что обеспечит и их безопасность.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аннотированный список лекарственных растений Казахстана (Справочное издание). – Том 20 (1). – Алматы. – 2014. – 200 с.

Второе Национальное Сообщение Республики Казахстан Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. – Астана. 2009. – 192 с.

Климат Казахстана: Гидрометеоиздат. – Ленинград, 1959. – 367 с.

Проскуряков М.А. Хронобиологический анализ растений при изменении климата // Тр. Института ботаники и фитоинтродукции. – Том 18(1). – Алматы. 2012. – 228 с.

Проскуряков М.А. Хронобиологический анализ скорости и величины смещения характеристик растений при изменении климата // Изучение ботанического разнообразия Казахстана на современном этапе: доклады междунар. науч. конф. – Алматы: ТОО «Издательство LEM». – 2013. – С. 132–135.

Проскуряков М.А., Зайченко О.П. и др. Хронобиологический анализ адаптационной стратегии растений при изменении климата // Изучение ботанического разнообразия Казахстана на современном этапе: доклады междунар. науч. конф. – Алматы: ТОО «Издательство LEM». – 2013. – С. 143–148.

Проскуряков М. А. Хронобиологический мониторинг для рационального использования растительных ресурсов Казахстана // Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии: доклады междунар. науч. конф. – Алматы: Издательство ТОО «LuxeMediaPublishing». – 2017. – С. 65–70.

Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь. – Изд-во: Мысль. – М., 1976. – 365 с.

Библиотека Twirpx – Все для студента. Источник доступа: [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com)