

ОПИСАНИЕ ФАЙЛА

Проскуряков М.А. Системный анализ трансформации растительного покрова при изменении климата

Статья. - Сборник «Актуальные проблемы геоботаники». Материалы международной конференции. – Алматы: издательство

ГИС «Терра». - 2011. – С. 330 – 336.

В статье рассмотрены особенности применения системного анализа как методологической основы решения задач долговременного хронобиологического мониторинга климатогенной динамики растительных экосистем. Показаны преимущества такого подхода для разработки научной основы природопользования в период изменения климата.

Далее следуют материалы опубликованного файла статьи.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА

Проскуряков М.А.

РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции КН МОН РК,
г. Алматы, Республика Казахстан, E-mail: geobotanykz2011@nur.kz

Доказаны преимущества системного анализа для изучения растительности при изменении климата. В качестве методологической основы рекомендовано использовать анализ процессуальных систем.

The advantages of the system analysis for studying vegetation under climate change are proved. An analysis of process systems is recommended to use as methodological basis.

Пока климат нашей планеты был относительно стабилен, для понимания его роли в жизни растений оказывалось вполне достаточно знать и учитывать характеристику только действующих климатических факторов. Например, - режима температуры, влажности, осадков и пр. Но вместе с начавшимся процессом изменения климата состояние климатообразующих факторов начало меняться во времени. Поэтому для исследования процесса изменения растительного покрова теперь уже важно знать не только характеристику климатообразующих факторов, но и учитывать фактор времени, в течение которого они действуют на растительный покров. Отсюда возникла проблема хронобиологического анализа растительного покрова в период трансформации климата. Его основные задачи – общие для всех стран, т.к. климат меняется повсеместно. Ведь время и характер биологических процессов у растений будут повсеместно сопряжены со временем и динамикой действия нового климатического режима. Без хронобиологического анализа изменений, связанных с трансформацией климата, нельзя понять и сохранить биоразнообразие растительного покрова нашей планеты. Никакие попытки инновационных разработок и рекомендаций в области ботанических исследований уже не будут успешными. Сегодня это самая актуальная, центральная проблема инновационных направлений геоботаники, фитоценологии, лесоведения, биогеоценологии, ботанического ресурсоведения, флористических и генетических исследований.

Климатический режим местности, как известно, формируется совокупностью многих факторов. Для жизнедеятельности растений важны не только состояния каждого из этих факторов в течение периода вегетации. Не менее существенен и важен результат их совместного воздействия на растения. Учесть роль каждого из прямодействующих факторов во всем многообразии комбинаций его с другими и, тем более, в динамике для каждого конкретного местообитания растений не представляется возможным. А между тем время не ждет. Вызванные трансформирующимся климатом изменения растительного покрова уже начались. И это настоятельно требует быстрого решения задач хронобиологического анализа направления, скорости и величины происходящих изменений. Как показал наш опыт работы, найти такое решение вполне реально. В данной статье рассматриваются особенности использования системного подхода как методологической основы решения задач хронобиологического анализа растительного покрова.

Из имеющегося обширного арсенала возможностей системного подхода для решения нашей проблемы наиболее приемлемо использовать представления о процессуальных системах. В общем виде работа процессуальной системы понимается как последовательность состояний во времени (Горохов,1972; Никаноров,1972; Садовский,1972; Газе-Рапопорт,1973; Юдин,1973 и др.). Основным понятием здесь является понятие периода жизни, т.е. временного интервала, в течение которого данная система существует. Период жизни (Т) процессуальной системы разбивается на ряд состояний: от S_{10} ... до S_{1n} .

Исследуя связь между входом в систему (периодом ее жизни) и выходом системы (результатами работы системы), можно выяснить очень важные характеристики процессуальной системы. Притом для того, чтобы получить эти сведения, совсем не нужно знать как устроена система и как работают ее составные части. Все внутренние процессы и компоненты системы на момент такого исследования могут не приниматься в расчет. С позиций системного анализа их можно отнести к содержимому так называемого «черного ящика» (Юдин,1972; Одум,1975).

Рассмотренные выше общепринятые положения о работе процессуальных систем в полной мере могут быть применены и в качестве методологической основы решения проблемы хронобиологического анализа растительного покрова в период изменения климата. В соответствии с этим, все процессы внутри экологической системы, обусловленные действием изменяющегося климата, можно представить в виде «черного ящика», функцию которого удастся описать без выяснения внутреннего содержания, даже не зная как он устроен. Для этого достаточно изучить зависимость между входом и выходом рассматриваемой системы. В применении к нашей задаче схема работы данной хронобиологической процессуальной системы представляется такой, какой она изображена на рисунке 1.

Анализ связи между входом и выходом изображенной на рисунке 1 хронобиологической процессуальной системы растительного покрова позволит получить очень важные сведения о развитии процесса изменения растительного покрова в период трансформации климата. А все трудности, связанные с исследованием устройства «черного ящика», можно временно избежать.

Однако становится ясно, что для более правильного понимания полученных результатов и эффективного применения системного анализа в качестве методологической основы всё же важно учитывать общее направление процессов развивающихся внутри «черного ящика». Ведь «черный ящик» играет роль главного и единственного регулятора работы всей системы. Достаточно измениться содержанию «черного ящика» в ту или иную сторону, как тут же произойдут соответствующие закономерные изменения и в характеристике результатов работы процессуальной системы (на ее выходе). Притом в период изменения климата основным регулятором работы

процессуальной системы является «черный ящик», внутри которого главным детерминирующим фактором будет именно климат.

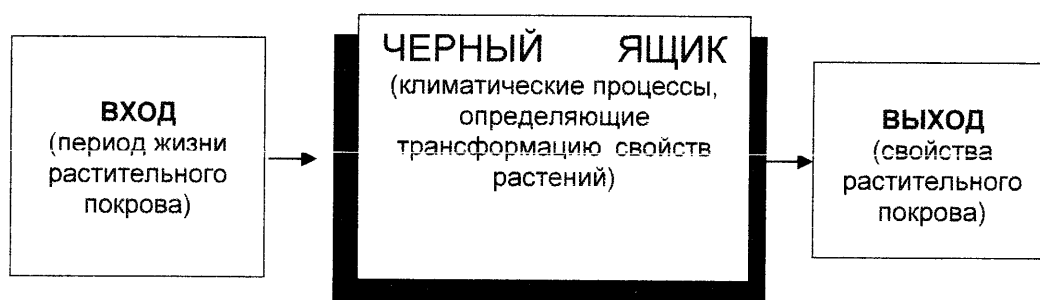


Рисунок 1 - Схема работы хронобиологической процессуальной системы растительного покрова

Для наглядности обратимся к разработанной нами схеме возможных вариантов состояния хронобиологической процессуальной системы, где на выходе исследуется продуктивность растительного покрова (Рисунок 2).

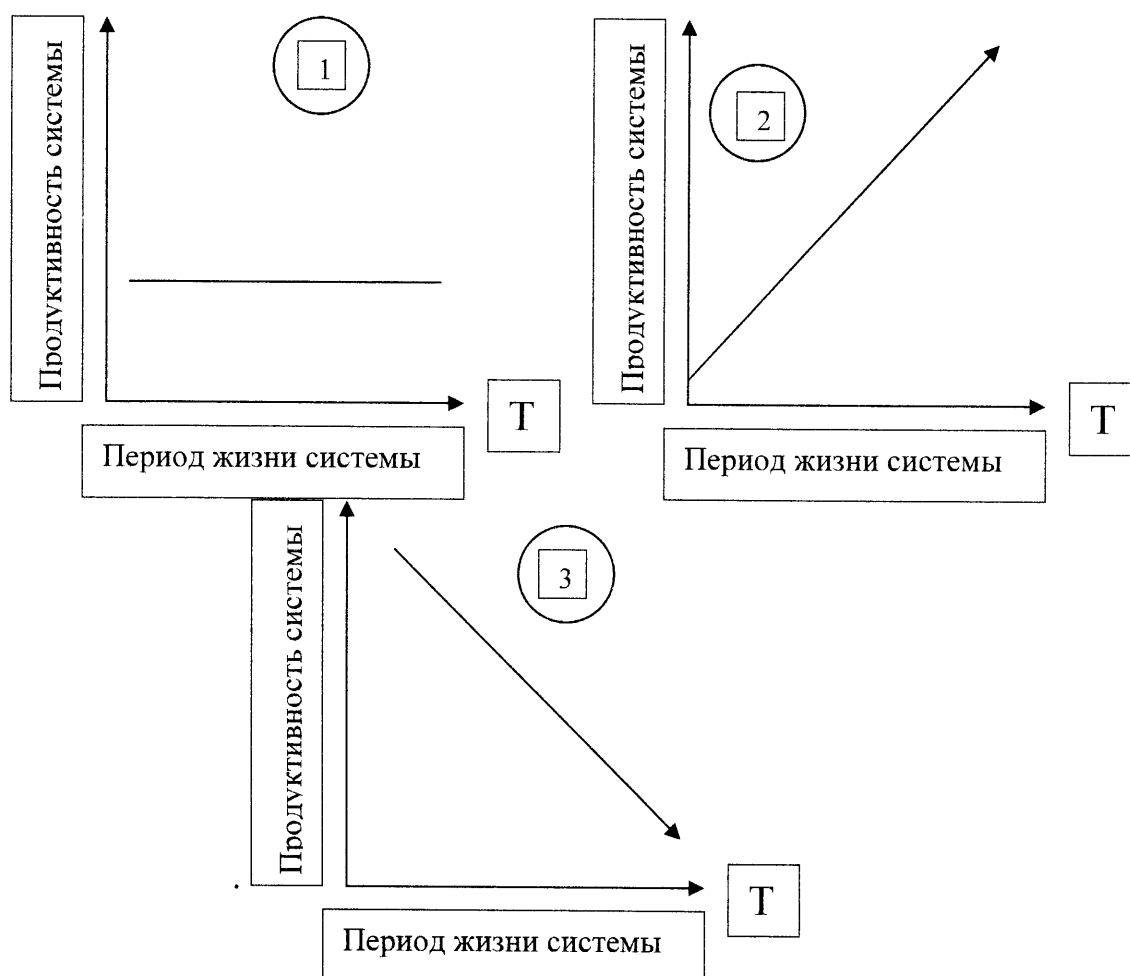


Рисунок 2 - Схема возможных вариантов работы хронобиологической процессуальной системы: 1 – продуктивность остается неизменной; 2 – продуктивность растет; 3 – продуктивность падает

Как показано на рисунке 2, если за исследуемый период жизни процессуальной системы растительного покрова ее продуктивность остается неизменной (Рисунок 2, позиция 1), то это является результатом того, что содержание «черного ящика» не меняется. Когда продуктивность системы меняется в большую (рисунок 2, позиция 2) или в меньшую сторону (Рисунок 2, позиция 3), то это будет обусловлено соответствующими изменениями в содержании «черного ящика». И для каждого из этих вариантов работы процессуальной системы будет иметь место разный характер связи между входом и выходом системы.

Показанное на рисунке 2 общее направление процессов развивающихся внутри «черного ящика» определяет два следующих основных варианта связи между входом и выходом системы.

1. Отсутствие связи между входом и выходом системы. Оно будет свидетельствовать о стабильной работе процессуальной системы растительного покрова, детерминированной стабильностью содержания «черного ящика». В случае нашего хронобиологического анализа при относительно стабильном климатическом режиме местности мы получим стабильные результаты характеристики растительного покрова на выходе системы, причем на каждом этапе периода ее жизни (рисунок 2, позиция 1). Иными словами, свойства растительного покрова при неизменном климатическом режиме также будут относительно неизменными. Стабильное состояние данной процессуальной системы нужно считать одним из закономерных вариантов ее работы.

2. Наличие связи между входом системы (периодом ее жизни) и ее выходом (характеристиками растительного покрова). Это будет свидетельствовать об ускорении или замедлении в работе процессуальной системы, детерминированном изменением климата. При изменении климата местности по мере продвижения состояний фактора времени мы получим нарастающие на выходе системы изменения характеристик растительного покрова (рисунок 2, позиции 2 и 3). При этом теснота связи между состояниями входа и выхода нашей процессуальной системы может возрастать до уровня неразрывной функциональной связи.

Наличие тесной близкой к функциональной связи между характеристиками входа и выхода процессуальной системы будет являться объективным доказательством факта больших изменений в структуре «черного ящика». Чем теснее эта связь, тем существеннее и глубже изменения, происходящие в «черном ящике».

Тесноту связи между входом и выходом процессуальной системы можно оценить статистическими методами с достаточной объективностью, поскольку их характеристики легко доступны для измерения, поддаются количественной оценке. Благодаря этому удастся накопить необходимую базу данных за любой период времени и на основе ее анализа с высокой точностью определить направление, скорость и величину изменений на выходе процессуальной системы.

К сказанному выше необходимо сделать еще некоторые дополнения относительно других методологических особенностей применения системного анализа. В их числе, прежде всего, следует отметить то, что исследования процессуальных систем растительного покрова могут проводиться на разных уровнях, как это показано на рисунке 3.

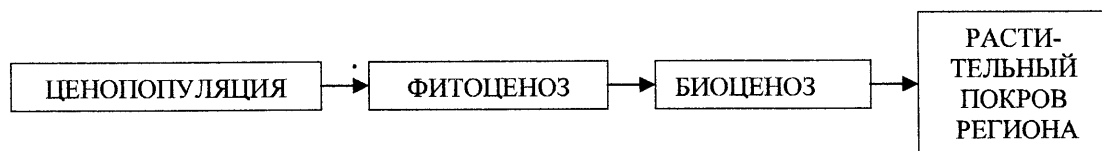


Рисунок 3 - Уровни хронобиологического анализа

Но некоторые характеристики растительного покрова можно будет изучать и на уровне отдельных организмов. Это уместно при исследованиях, например, напрямую зависящих от среды обитания - фенологических и ряда других показателей растений. Особенно привлекательными в данном отношении могут быть растения с очень высокой длительностью жизни. Ведь, как известно, у ряда видов она может превышать даже 4 тысячелетия. Исходный материал для хронобиологического анализа должен накапливаться по каждому из уровней исследуемых систем (Рисунок 3).

При сборе материалов для хронобиологического анализа очень важно стремиться к соблюдению принципа единства всех условий, кроме меняющегося климатического режима. Иначе будет неизбежным существенное проявление влияния на результаты анализа других факторов. Сбор исходных данных для анализа должен планироваться исходя из необходимости их накопления для двух вариантов обработки: 1) краткосрочно-позатипного и 2) длиннопериодного. Необходимость в этом будет диктоваться скоростью и величиной трансформации растительного покрова, а также задачами анализа.

Результаты хронобиологических исследований отразят воздействие содержащейся в «черном ящике» совокупности очень большого количества факторов, которые невозможно выделить и учесть в отдельности. Поэтому при хронобиологическом анализе необходимо использовать аппарат математической статистики для оценки достоверности и характера получаемых данных.

Вместе с тем, как показал опыт наших многолетних наблюдений, связь между периодом исследований и характеристиками растительного покрова, как правило, имеет криволинейный характер. Поэтому при статистической обработке данных для оценки степени тесноты связи между входом и выходом процессуальной системы, а также построения графического изображения этой связи, коэффициент линейной корреляции непригоден. Нужно рассчитывать корреляционное отношение.

Очевидно, что здесь нет необходимости более подробно детализировать требования к статистическому анализу материалов наблюдений. Они общеизвестны и подробно изложены в специальных пособиях. Отметим лишь, что статистическая обработка полученных данных должна выполняться с учетом общепринятых методологических положений статистического анализа. Расчеты коэффициентов корреляционного отношения и уравнений регрессии, построение графических моделей зависимостей дают возможность судить о скорости, направлении и характере закономерностей. В целом, представляется возможным оперативно, с широким использованием компьютерной техники и ее программ, обрабатывать огромные массивы информации и объективно оценивать достоверность результатов.

На базе рассмотренной выше методологической основы нами разработан и испытан ряд специальных методик исследований (Проскураков, 2009а, 2009в). Они позволяют выполнять хронобиологический анализ на общепринятом в биологии 95%-ом уровне доверия. Накоплен опыт исследований с применением этих методик (Проскураков, 2008-2010). Их использование в период начавшегося изменения климата дало возможность выяснить скорость, направление и величину изменения характеристик продуктивности у ряда видов растений различной жизненной формы, а также проанализировать режим протекания фенофаз, роста и развития растений, выяснить изменения в процессах на биоценологическом уровне. Это было выполнено для растительного покрова в пределах весьма широкого экологического полигона: от Северного Тянь-Шаня до Южного Прибалхашья.

Использование рассмотренной выше методологической основы хронобиологического анализа растительного покрова в период изменения климата позволит получить важные инновационные результаты исследований во многих направлениях, таких наук как фитоценология, лесоведение, биогеоценология, ботаническое ресурсоведение, систематика и генетика растений. В режиме меняющегося климата на этой методологической основе можно будет решать следующие задачи:

1. С высокой точностью определять характер, направление, скорость и величину реакции растений и растительного покрова в целом на изменение климата в изучаемом периоде жизни.

2. Дифференцировать основные типы адаптационной стратегии видов растений в пределах изученных периодов жизни и определять принадлежность изучаемых видов растений к соответствующему типу стратегии адаптации.

3. Выяснять закономерности проявления и сочетаемости полезных свойств, а также характер накопления биологически активных соединений у растений в условиях нового климатического режима. На этой основе решать задачу поиска в природе, заготовки и выращивания в культуре растений с заранее заданными полезными качествами. Исследовать ресурсную перспективность видов растений в конкретном периоде жизни и прогнозировать возможный ход дальнейшей трансформации их жизнеспособности и свойств в новых климатических условиях.

4. Разработать экологически обоснованные мероприятия по поддержанию биологического разнообразия и сохранению генофонда растений, поддержанию стабильности популяций растений, обоснованию и выделению в природе особо охраняемых участков. Определять шадящий режим природопользования и заповедания природных объектов в период изменения климата.

5. Создавать банк данных по каждому из изученных видов растений и растительного покрова в целом, который будет содержать сведения о направлении, скорости и величине их изменения в условиях меняющегося климата.

6. Создавать контрольную базу данных для выполнения длиннопериодного и краткосрочно – поэтапного хронобиологического анализа, экологического мониторинга и прогнозирования изменения растительного покрова во время глобальной трансформации климата.

7. Получать высокий экономический эффект от экономии за счет стоимости произведенных затрат, которые без использования предлагаемой методологической основы будут иметь место в анализе состояния и динамики растительного покрова.

Решение всех этих задач позволит разработать научную основу управления и пользования растительным покровом, позволяющую ослабить вредные последствия его трансформации под действием изменения климата.

Литература:

1. Гаазе-Рапопорт М.Г. Кибернетика и теория систем. Сб. Системные исследования. Ежегодник. Изд. Наука М., 1973. - С. 38-51.
2. Горохов В.Г. Множественность представлений системы и постановка проблемы системного эталона // Системные исследования. - М.: Наука 1972. - С.-72-78.
3. Никаноров С.П. Системный анализ и системный подход // Системные исследования. М.: Наука 1972. - С. 55-71.
4. Одум Ю. Основы экологии. - М.: Мир, 1975. - С. 31-32.
5. Проскуряков М.А. Хронобиология растений при изменении климата // Тр. международной конф. по "Экологической безопасности". - Алматы, 2008. - С.77-80.
6. Проскуряков М.А. Хронобиологические исследования перспективности интродуцированных растений // Тр. международной конф. по "Экологической безопасности". - Алматы, 2008. - С. 208-212.
7. Проскуряков М.А. Методика хронобиологического анализа медоносной базы // Пчеловодство. 2009а. №3. - С.20-22. http://www/beekeeping.org.ru/Articles/n309_20/htm
8. Проскуряков М.А. Хронобиология растений в период изменения климата // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. - 2009б. №3. - С.69-75.
9. Проскуряков М.А. Методика хронобиологического анализа растений // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. - 2009в. №4. - С. 53-57.

10. Проскуряков М.А. Хронобиология кризиса медоносной базы // Пчеловодство, 2009г. №9. - С.22-23. <http://www.beekeeping.org.ru/Articles/n90922.htm>.
11. Проскуряков М.А. Градиентный и хронобиологический анализ растительных ресурсов в горах // Актуальные проблемы ботанического ресурсоведения. Мат. Междунар. науч. конф. - Алматы, 2010. - С.14-17.
12. Садовский В.Н. Некоторые принципиальные проблемы построения общей теории систем // Системные исследования. - М.: Наука, 1972. - С.35-54.
13. Юдин Б.Г. Становление и характер системной ориентации // Системные исследования. - М.: Наука, 1972. - С. 18-34.
14. Юдин Б.Г. Методологическая природа системного подхода // Системные исследования. - М.: Наука, 1973. - С. 38-51.
15. Юдин Б.Г. Системные исследования в функциональном подходе // Системные исследования. - М.: Наука, 1973. - С.108-126.