

Верещагин А.П., Абдылдаев К.К., Мамыров Ж.М.,
Калдыбаев Б.К., Эркинбаев М.А..

ИГУ им. К. Тыныстанова

РОЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ АИС В СИСТЕМЕ ООПТ КЫРГЫЗСТАНА (СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ)

Рассматривается современное состояние, проблемы и перспективы ООПТ Кыргызстана в сохранении биоразнообразия на основе современных автоматизированных информационных систем (АИС) с точки зрения специалистов разного направления: биолог-эколог, математик и компьютерный программист.

Наша независимая республика Кыргызстан – небольшое государство, более 90% которого находится на высоте более 1000 м над уровнем моря, где преобладают горы. Горные экосистемы поддерживают уникальное скопление растений и животных.

Со времени получения независимости республика претерпела политический и экономический сдвиг, выразившийся в спаде экономики, который повлиял как на повышение давления на биоразнообразие, так и на эффективность существующих

механизмов охраны окружающей среды. Важно обратить внимание на сложность системы взаимодействия экономических факторов – природных ресурсов, экологии и социальных процессов. Развитие этой системы должно быть устойчивым, обеспечено эффективностью экономики, восстанавливаемостью окружающей среды, гражданской позицией всех социальных слоев и национальностей республики. При отсутствии сбалансированности этой системы, происходит нарушение экологического равновесия и возникают социальные конфликты.

I. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) Кыргызстана

Существующая глобальная угроза биоразнообразию [11, 12, 13, 14, 28, 34, 49] и вытекающее из этого сокращение биологических ресурсов и нарушение жизнедеятельности экосистем наглядно показывает необходимость в срочном принятии мер по защите биоразнообразия Кыргызстана [11, 19, 20, 23, 24, 47].

Биоразнообразие (биологическое разнообразие) — разнообразие жизни во всех её проявлениях. Также под биоразнообразием понимают разнообразие на трёх уровнях организации: генетическое разнообразие (разнообразие генов и их вариантов — аллелей), видовое разнообразие (разнообразие видов в экосистемах) и, наконец, экосистемное разнообразие, то есть разнообразие самих экосистем.

Для поддержания биоразнообразия на сегодняшний день в Кыргызской Республике создана сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на общей площади **1200872,0 га** или **6,006 %** от площади страны [34].

Из них: 10 государственных заповедников (596,3 тыс. га), 9 государственных природных парков (302,9 тыс.га), 10 лесных, 23 ботанических, 19 геологических, 2 комплексных и 14 охотничьих (зоологических) заказников с общей площадью 301,4 тыс.га.

Работы по организации ООПТ начаты еще в 30-х годах, когда в 1931 году Правительством республики были организованы первые временные заказники в урочищах Кызыл-Белек, Оробаши и Белек-Кулак на Кыргызском хребте. В 1945 году был создан первый лесоплодовый заказник на территории орехоплодовых лесов юга Кыргызстана.

В 1948 году был организован первый заповедник республики - Иссык-Кульский государственный заповедник, общая площадь которого составляет более 19,6 тыс.га.

В 2000 году была образована Биосферная территория “Ысык-Кёль” на площади 4314,4 тыс.га (административная территория Иссык-Кульской области), которая по действующему законодательству приравнивается к статусу охраняемых природных территорий на национальном уровне с особым режимом охраны, которая включена в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО.

В настоящее время ведется работа по организации природных парков "Алай" в Ошской области (368,4 тыс.га), "Хан-Тенгри" в Иссык-Кульской области (187,5 тыс.га), Дашманского госзаповедника (8,8 тыс.га) и ГПП "Авлетим-Ата" (более 45,0 тыс.га), расширению территории Падышатынского госзаповедника (на 15,8 тыс.га).

В соответствии с классификацией, принятой Международным союзом охраны природы (МСОП) ООПТ республики относятся к 4 категориям [34]:

I категория - заповедники, где запрещена какая-либо хозяйственная и иная деятельность, нарушающая естественное развитие природных комплексов;

II Категория – национальные природные парки, их в Кыргызстане – 9. Общая площадь национальных природных парков составляет 287,2 тыс.га, в которых установлен дифференцированный по участкам режим охраны (заповедный, зоны отдыха и т.д.) и использования природных комплексов;

Государственные природные парки (ГПП) обеспечивают выполнение следующих основных задач: сохранение ландшафтов, водных объектов, флоры, фауны, памятников истории и культуры, создание условий для развития туризма, отдыха, знакомства с

природой национального парка, разработки и внедрения научных методов сохранения природных комплексов в условиях рекреационного природопользования.

III категория - *памятники природы или геологические заказники*, которых в республике насчитывается 19;

IV категория - *заказники*, которые создаются для охраны отдельных компонентов природных комплексов. Заказники в свою очередь подразделяются на 4 группы: лесные, ботанические, охотничьи и комплексные.

Основным индикатором состояния видового состава растений и животных, является Красная Книга КР. В 2007 году издана новая редакция Красной Книги Кыргызской Республики [24], обновленный список которой включает 207 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Основную миссию по их охране и восстановлению выполняют ООПТ КР.

Проблемы ООПТ.

Исходя из личного опыта работы в Сарычат-Ээрташском заповеднике с 1999 года [12,13,14], Законов КР [19, 20] и литературных данных [11, 23, 24, 47], можно привести основные проблемы, стоящие перед ООПТ Кыргызстана и наметить пути выхода из этой ситуации на основе АИС:

1. Отчетность. На ООПТ соблюдается определенный природоохранный режим, проводятся научные исследования, ведется Летопись Природы [26] силами сотрудников этих ООПТ, а также приглашенными специалистами по определенным темам и направлениям. Весь собранный материал в виде ежегодных отчетов (*бумажные* и к ним прикрепляются в последнее время цифровые копии отчета) отправляются в ГосАгенство по Охране Окружающей среды и Лесному хозяйству при Правительстве КР, где они ложатся на полки. Это старый метод отчетов, которыми сотрудники отчитались за свою проделанную работу и всё, к ним уже больше ни кто, кроме узких специалистов не обратится, хотя этот материал нужен всем.

2. Отсутствие электронной базы данных каждой ООПТ (локальной) и глобальной – единой для всех ООПТ КР (ГосАгенство по Охране Окружающей среды и Лесному хозяйству при Правительстве КР), не позволит проводить работу на должном, современном уровне. Мы не можем оперативно решать настоящие проблемы, а тем более предвидеть будущие изменения и реагировать на них. Например: климатические изменения и их последствия; массовый туризм и Природа; геология и последствия; развитие животноводства и сохранение пастбищ; и т.д. Работа по созданию электронной базы, уже имела место в Сарычат-Ээрташском заповеднике [55], но она пока не нашла своего места из-за слабой материально-технической базы, отсутствия квалифицированных кадров и отдаленности самого заповедника [12, 13, 14].

3. Доступность материала. В данное время, весь материал ООПТ должен быть доступен не только специалисту, но и любому человеку, т.к. без участия общества в вопросах сохранения Биоразнообразия, а также всей Природы в целом, сотрудники ООПТ существенных изменений в сторону улучшения состояния Биоразнообразия не получают. Нужно всей информацией делиться с народом, которому также не безразлично будущее Природы Кыргызстана, где еще кроме нас, ныне живущих, будут жить и наши потомки. Поэтому, дело Охраны и Сохранения Природы – это не только дело узких специалистов, а это общее народное дело [11, 24, 26, 28, 47, 48, 49]. Но, в данный момент мы оторваны от народа, т.е. все свои проблемы и мысли по её состоянию, сохранению и восстановлению, положили на полки, и ни кто не знает, а что там написано, какова ситуация, что нужно делать и зачем что-то делать... Таким образом, проблема ООПТ заключается в оторванности их деятельности не только от народа, но и от руководящих органов власти, которые либо не принимают действия по определенным проблемам, а если и принимают, то с великим запозданием, т.к. информация не была предоставлена вовремя и в нужной форме.

4. Материально-техническая база ООПТ. Отсутствие соответствующей современной материально-технической базы ООПТ [12, 13, 14], соответствующей современному прогрессу в Информационных системах и специфика условий работы в

отдаленных районах, где нет электричества и Интернета. Не все сотрудники ООПТ имеют самое необходимое для полевых работ оборудование и снаряжение – GPS, ПК стационарный и мобильный (ноутбук, планшет), цифровая фото-видеоаппаратура, диктофон, мобильную связь, отсутствие Интернета (поэтому отсутствует телекоммуникационная связь). Исходя из этого можно сказать, что в ООПТ Кыргызстана возможности АИС практически еще не используются даже на начальном уровне.

5. Отсутствие квалифицированных специалистов [12, 13, 14], которые владеют методикой работы с АИС, как по сбору первичного материала, так и по его дальнейшей обработке, хранению и информированности общества.

6. Отсутствие экологического мониторинга на основе **мониторинга климатических изменений** и реакции на них Биоразнообразия конкретного ООПТ Кыргызстана, т.к. именно длительный мониторинг и является основой работы каждой ООПТ.

7. Отсутствие Менеджмент планов для большинства ООПТ Кыргызстана, которые являются основой работы ООПТ, т.к. это многолетний, профессионально разработанный План работы, на основе которого строится и выполняется вся многосторонняя работа (кадры, охрана территории, научная работа, связь с общественностью и др.). Опыт создания Менеджмент плана на основе мирового опыта, например, имеется в Сарычат-Эрташском государственном природном заповеднике [13], но он ни как не утверждается уже несколько лет в ГосАгенстве по Охране Окружающей среды и Лесному хозяйству при Правительстве КР. Это еще одна проблема в работе ООПТ.

8. Практически отсутствует связь ООПТ с Вузами, где сосредоточен в настоящее время основной потенциал научных кадров разного направления и, главное – Вузы находятся во всех регионах Кыргызстана, там, где расположены ООПТ и могут сотрудничать с ними по месту нахождения.

Все это вместе взятое и является основным фактом нашего отставания в решении природоохранных задач на основе современных АИС. Можно с горечью сказать, что мы отстали от современного ведения ООПТ мира, примерно на 30-40 лет. Но это решаемая задача и она под силу специалистам Кыргызстана.

II. Автоматизированная информационная система (АИС)

Полностью **автоматизированная информационная система** или **АИС** — это совокупность различных программно-аппаратных средств, которые предназначены для автоматизации какой-либо деятельности, связанной с передачей, хранением и обработкой различной информации. Автоматизированные информационные системы представляют, с одной стороны, разновидность информационной системы или ИС, а с другой стороны, являются автоматизированной системой АС, вследствие этого их часто называют АС или ИС [Википедия, 2015]. На сегодняшний день достаточно широко применяются разнообразные программные средства при работе с компьютером. В их числе находятся и **автоматизированные информационные системы** [5]. Информационная система или ИС – это система обработки, хранения и передачи какой-либо информации, которая представлена в определенной форме. В современной вычислительной технике ИС представляет собой целый программный комплекс, который дает возможность надежно хранить данные в памяти, выполнять преобразования информации и производить вычисления с помощью удобного и легкого для пользователя интерфейса.

Исходя из вышесказанного, использование современных информационных систем позволяет нам:

1. Работать с огромными объемами данных;
2. Хранить какие-либо данные в течение довольно длительного временного периода;
3. Связать несколько компонентов, которые имеют свои определенные локальные цели, задачи и разнообразные приемы функционирования, в одну систему для работы с информацией;

4. Существенно снизить затраты на доступ и хранение к любым необходимым нам данным;

5. Довольно-таки быстро найти всю необходимую нам информацию и т. д.

В качестве классического примера современной *информационной системы*, стоит упомянуть банковские системы, АС управления предприятиями, системы резервирования железнодорожных или авиационных билетов и т. д. На сегодняшний день современные СУБД обладают очень широкими возможностями архивации данных и резервного копирования, параллельной обработки различной информации, особенно, если в качестве сервера базы данных используется многопроцессорный компьютер. Поэтому, автоматизированные информационные системы относятся к классу очень сложных систем и, как правило, не столько с большой физической размерностью, а в связи с многозначностью различных структурных отношений между компонентами системы, исходя из предназначения какого-либо информационного обслуживания.

Без внедрения самых современных методов управления, которые базируются на АИС, невозможно и повышение эффективности функционирования предприятий, в нашем случае это локальные коллективы ООПТ и глобальные - ГосАгенство по Охране Окружающей среды и Лесному хозяйству при Правительстве КР.

Современные АИС позволяют:

1. Повысить производительность работы всего персонала;
2. Улучшить качество обслуживания клиентской базы;
3. Снизить напряженность и трудоемкость труда персонала, а также минимизировать количество ошибок в его действиях;

На сегодняшний день, автоматизированная информационная система, является совокупностью технических (аппаратных), математических, телекоммуникационных, алгоритмических средств, методов описания и поиска объектов программирования и сбора и хранения информации.

3. Мировые тенденции развития ИТ-отрасли

За последние чуть более 30 лет - с 1981 года, когда был создан первый персональный компьютер, компьютерная индустрия претерпевает бурное развитие по возрастающей в течение буквально каждого года по эффективности и масштабам внедрения в жизнь общества ПК и их приложений. За прошедшие годы мир ПК кардинально изменился. Появились многоядерные процессоры, и компьютеры с двумя или четырьмя и даже восемью вычислительными ядрами стали реальностью. Чего же нам стоит ожидать в будущем? Какие преимущества отрасль ИТ продолжит обретать? К настоящему времени уже определились основные Мировые тенденции развития ИТ-отрасли [48], это:

1. **Повсеместная мобильность** станет реальностью. Корпоративные и домашние пользователи по достоинству оценили удобства мобильных вычислений, в 2007 году каждый третий проданный ПК – это был ноутбук, но уже сегодня с ними конкурируют по продажам планшеты, а лидируют смартфоны. Портативные вычислительные устройства становятся все более производительными и удобными, не привязанными к электрической сети питания (офисам, квартирам), а их энергопотребление снижается, поэтому у людей появляется гораздо больше возможностей для работы и отдыха.

2. **Повсеместный широкополосный доступ в Интернет** становится реальностью. Сегодня практически больше половины жителей Европейского Союза регулярно использует Интернет. Поэтому неудивительно, что потребность в высококачественном скоростном доступе в Интернет существенно выросла. Новые беспроводные телекоммуникационные технологии, такие как WiMAX, позволят достичь огромного прогресса в этой области. Пол Отеллини (Paul S. Otellini), президент и главный исполнительный директор корпорации Intel, считает, что «следующим переворотом в отрасли информационных технологий станет возможность повсеместного широкополосного доступа в Интернет, в любое время и в любом месте».

3. **Развитие телекоммуникационных технологий** – от обычной связи до инструментов для совместной работы – достигнет качественно нового уровня. Электронная почта, мобильные телефоны и Интернет значительно ускорили и

упростили общение людей. Все эти средства связи сегодня оказывают огромное влияние на нашу жизнь. Но сейчас мы стоим на пороге новой эры телекоммуникаций. Передовые технологии позволяют организовывать обмен мультимедийной информацией и обеспечивают общение с высоким качеством и реалистичностью. Использование видео-конференций и Web-конференций для частных и деловых контактов делает связь более прямой и непосредственной, мощным средством для налаживания взаимоотношений. По прогнозам, к 2015 году 80% всех корпоративных работников в мире будут работать совместно, при этом у них не будет необходимости встречаться лично. Поэтому важность технологий для организации коллективной деятельности будет продолжать расти.

4. Рост мощности и производительности вычислительных систем в сочетании с появлением новых бизнес-моделей в индустрии развлечений приведет к значительному увеличению объемов загружаемой из Интернета мультимедийной информации. Уже к концу 2010 года жители Европы тратили на загрузку фильмов 690 миллионов евро (в 2005 году эта сумма составляла менее 10 миллионов евро). Чтобы посмотреть новейший фильм, сейчас уже не обязательно посещать кинотеатр или покупать диск в магазине.

5. Развитие технологий пойдет по пути ориентации на массового потребителя. Уже давно прошли времена, когда при разработке новых технологий учитывались потребности только корпоративных клиентов и государственных организаций, а затем проводилась их незначительная адаптация для нужд частных потребителей. Сейчас картина полностью изменилась: развитие технологий определяется потребительским спросом на массовом рынке [9, 57]. Конечно, мы понимаем, что деловые пользователи не станут устанавливать игровые приставки вместо офисных ПК, однако тенденция перемещения фокуса развития в сторону массового сегмента будет продолжать определять «лицо» отрасли информационных технологий. Разработка новых стандартов и конвергенция технологий позволят использовать множество совместимых технологий. Это как раз та грань, которая раньше отделяла специалистов от населения. Теперь у населения появилась возможность быть в курсе всех событий в обществе (Интернет) и даже принимать участие в решении многих задач (Видеоконференции-Онлайн), в том числе и по охране окружающей среды.

6. Увеличение мощности ПК ведет к появлению новых моделей и их использования. За последние годы значительно выросла популярность компьютерных игр, приложений для загрузки музыки и видео, просмотра потокового видео, а также других мультимедийных приложений. С появлением многоядерных процессоров вычислительной мощности ПК стало достаточно для того, чтобы существенно повысить качество цифровых развлечений. Вероятно, что в течение нескольких следующих лет доступность высокопроизводительных ПК станет стимулом для разработки еще более интересных и сложных приложений. Многоядерные процессоры позволят организовывать реальную многозадачную среду. Поиск вирусов или резервное копирование можно будет выполнять в фоновом режиме, при этом работа основных приложений не будет замедляться, чем бы вы ни занимались с помощью ПК – электронной почтой, участием в видеоконференции, редактированием изображений или табличными вычислениями. Это уже реализовано в смартфонах.

7. Необходимость соблюдения экологических и экономических требований приведет к тому, что энергоэффективности вычислительных систем будет уделяться особое внимание. При этом количество вычислительных устройств будет расти, а их функциональные возможности – увеличиваться, но энергопотребление снижаться.

8. Ликвидация цифрового неравенства будет оставаться приоритетной задачей. Развитие информационных технологий дает людям огромные преимущества, но все острее встает проблема, связанная с тем, что ИТ доступны пока еще не всем. Поэтому ликвидация цифрового неравенства во всем мире является одной из важнейших задач. До недавнего времени основное внимание уделялось организации доступа к высоким технологиям, но

теперь настало время задуматься о результатах этого процесса. Более того, даже в Европе до цифрового равенства еще далеко. Например, сегодня только 45% жителей Польши имеют доступ к ПК. Это также относится и к Кыргызстану, особенно к отдаленным районам, где отсутствует Интернет.

9. **Ликвидация компьютерной безграмотности** станет важнейшей задачей. Доступ к информационным технологиям может принести выгоды отдельным людям, обществу в целом и экономике только в том случае, если люди смогут использовать эти технологии. Многие пока не считают это проблемой, но в то же время больше трети жителей даже Европейского Союза вообще не имеют опыта работы на компьютере. Приобретение технических знаний, в первую очередь, необходимо для создания интеллектуальной экономики, не говоря уже о повышении уровня жизни. В природоохранной сфере деятельности это необходимо срочно решать, т.к. вся работа по сбору научной информации, её обработке, обмену и распространению, сейчас может и должна проводиться только на основе компьютерных технологий. Поэтому, каждый сотрудник ООПТ, начиная от егеря и кончая директором, обязан иметь основные навыки работы на стационарном и мобильном ПК (ноутбук, планшет и смартфон). Это закон Времени.

АИС в ООПТ. Попытки создания электронной базы данных для ООПТ в Кыргызстане предпринимались со стороны ГосАгенства по Охране Окружающей среды и Лесному хозяйству при Правительстве КР в 2014 году, когда был организован семинар с приглашением специалистов из России, Казахстана. Экологический мониторинг в Кыргызстане проводится на основе АИС только на территории золоторудной компании Кумтор. Но полного и всестороннего использования АИС в работе ООПТ в Кыргызстане нет.

Для того, чтобы было понятно использование АИС в работе ООПТ, рассмотрим пример его применения в Ильменском заповеднике (Россия) [2]. Кроме этого заповедника, АИС используется и в других – Алтайском, Саяно-Шушенском, Байкальском и т.д., но не во всех ООПТ даже России. В этих заповедниках применяются ГИС-технологии.

В этом заповеднике работа с использованием новейших информационных технологий ведется по нескольким направлениям:

1. В 1998 г. создан **сайт** Ильменского государственного заповедника (ИГЗ), на котором представлена информация об истории образования и развития заповедника, геологии, минералогии, животном и растительном мире, а также о его естественно-научном музее. Третий год на сайте ведется новостная строка с обновлением информации каждую неделю.

2. Совместно со специалистами Института минералогии УрО РАН организуются **виртуальные фотовыставки**, посвященные экологическим датам или работникам заповедника.

3. В 2003 г. **создана автоматизированная информационная система (АИС) «Летопись природы»**, данные которой доступны пользователям INTERNET. Это практически электронная база данных ООПТ.

4. В 2004 г. **организована АИС «Ильменский заповедник – музей в природе»**, к информационным ресурсам которой также возможен доступ **через INTERNET**.

Один из разделов проекта «Геология и минералогия Ильмен» включает в себя **виртуальные экскурсии и информацию по копиям**. Для знакомства с геологическим строением района представлены три карты. **Карты оцифрованы в программе Easy Trace, что позволило ввести их единую геоинформационную систему**. Одна из них имеет интерактивные точки расположения копий, позволяющих выйти в базу данных по копиям и базу данных по минералам Ильмен. База данных по копиям состоит из текстовой и графической информации по каждой копии. Поиск копии может осуществляться по одному или нескольким признакам. Аналогичная система разработана для поиска информации по минералам Ильменского заповедника, которая включает в себя текстовой и иллюстративный материал.

5. Еще одно направление работы – это **компьютеризированный лекционный зал** в одном из залов музея с компьютерным оборудованием: рабочие места для создания компьютерных лекций, графическая станция и проекционное оборудование. **Лекции демонстрируемые в этом зале, представлены на сайте Ильменского заповедника.** Желающие могут познакомиться с историей знаменитой Радиевой экспедиции, узнать о минералах, впервые открытых в Ильменах, о насекомых, птицах и рыбах Ильменского заповедника, а также много другой информации о деятельности заповедника. Фонд электронных лекций все время пополняется.

6. В рамках концепции расширения компьютеризированного лекционного зала, начата работа **по созданию виртуальных экскурсий по залам естественно-научного музея** заповедника, что позволяет увидеть экспозиции одного из крупнейших геолого-минералогических музеев России, узнать интересные факты о собранных здесь коллекциях и подробно познакомиться с животным миром заповедника, представленного в биозале музея. Виртуальные экскурсии будут представлены как на сайте заповедника, так и на мониторах в залах музея, в качестве дополнительной информационной поддержки для посетителей.

7. Информационно-издательская группа заповедника за 10 лет существования издала около 100 научных и научно-популярных книг, электронные версии которых находятся в библиотеке заповедника, а также уже давно и весьма успешно сотрудничает со средствами массовой информации.

8. Еженедельные **пресс-релизы рассылаются в информационные агентства** Уральского округа и ООПТ.

9. По заказу заповедника созданы и создаются видеofilмы.

10. Все публикации в СМИ и видеосюжеты о заповеднике и его музее собираются и хранятся в архиве.

11. В ближайшем будущем **планируется создание интернет-телевидения**, которое будет представлено небольшими новостными видеороликами и, раз в месяц, тематической передачей о деятельности заповедника. Для этого **организуется собственная мини-студия** для съемки и монтажа видеofilмов и сюжетов для интернет-телевидения и трансляции на телевидении.

В 11 пунктах этой работы показаны основные направления использования АИС в ОППТ, особенно по информированности общественности. В целом, для ООПТ КР – это прекрасный пример использования АИС по всем выше перечисленным пунктам. В-первых – нужно создать электронную базу данных и сайт ООПТ. Материалы собираются на основе созданной электронной базы данных Летописи природы и после редактирования отправляются в базу данных и на сайт. Но для АИС есть еще несколько важных направлений работы, без которых работа ООПТ не может быть полноценной. Это связь с математикой и использованием ГИС-технологий.

Биология и математика. “Современная биология заимствует богатый инструментарий у точных наук, который включает математические методы и современные информационные технологии...” Г.Г. Винберг [15].

В данной работе нельзя не отметить роль математики в биологии, в конечном результате ее роли в сохранении Биоразнообразия и Биосферы в целом [28, 29, 30, 31, 3, 4, 17, 30, 36, 37]. Первые систематические исследования, посвященные математическим моделям в биологии, принадлежат А.Д. Лотке (1910-1920 гг). Его модели и сейчас не утратили значения. Основателем современной математической теории биологических популяций справедливо считается итальянский математик Вито Вольтерра, разработавший математическую теорию биологических сообществ, аппаратом которой служат дифференциальные и интегро-дифференциальные уравнения. В.Вольтерра принадлежит самая знаменитая «биологическая модель» сосуществования видов типа *хищник-жертва* (1928 г). Под руководством академика Н.Н.Моисеев в ВЦ РАН в 70-80 годы 20 века проводились работы по глобальному и региональному моделированию. Здесь была создана знаменитая модель «ядерной зимы» [28].

Природа и математическое мышление

Идеологической основой технологической цивилизации является *Научная Идеология*, или *Сциентизм* (англ. Science). Она основана на вере в существование небольшого числа точно формулируемых законов природы, на основе которых все в природе предсказуемо и манипулируемо. Природа рассматривается как гигантская машина, которой можно управлять, если известен принцип ее функционирования. Эта научная идеология, как заметил еще Э. Мах, часто играет роль религии технологической цивилизации.

Нынешние сложности в развитии биологии связаны именно с трудностями компактного описания того громадного материала, который легко накапливается в результате наблюдений, но чрезвычайно трудно систематизируется.

В тех случаях, когда установлено постоянное и удовлетворительно точное согласие между математической моделью и опытом, такая модель приобретает практическую ценность. Эта ценность может быть достаточно велика, вне зависимости от того, представляет ли сама модель чисто математический интерес. Поэтому, один из принципов математического моделирования в экологии: **модель должна иметь конкретные цели**. Условно такие цели можно подразделить на три основных группы:

- 1) компактное описание наблюдений;
- 2) анализ наблюдений (*объяснение явлений*);
- 3) предсказание на основе наблюдений (*прогнозирование*).

Нередко бывает так, что одну и ту же модель можно воспринимать сразу в трех "ипостасях", т.е. используя ее и для описания, и для анализа, и для предсказания.

О возможных классификациях моделей

Вопросам экологического моделирования (в первую очередь, математического) посвящена обширная литература [Свиричев, Логофет, 1978; Федоров, Гильманов, 1980; Флейшман, 1982; Розенберг, 1984; Базыкин, 1985; Абросов, Боголюбов, 1986; Мюррей, 2009; Розенберг с соавт., 1994]. Однако составить строгую единую классификацию математических моделей, различающихся по назначению, используемой информации, технологии конструирования и т.п., принципиально невозможно, хотя версий таких классификаций существует достаточно много [Беляев и др., 1979; Флейшман и др., 1982; Розенберг, 1984; Братусь и др., 2010; Ризниченко, 2003;].

В.В.Налимов [1971] делит математические модели в биологии на два класса – *теоретические (априорные)* и *описательные (апостериорные)*. П.М. Брусиловский [1985] видит математическую экологию как мультипарадигматическую науку с четырьмя симбиотическими парадигмами: *вербальной, функциональной, эскизной и имитационной*. Можно перечислить и другие основания для классификации моделей:

- природа моделируемого объекта (наземные, водные, глобальные экосистемы) и уровень его детализации (клетка, организм, популяция и т.д.);
- используемый логический метод: дедукция (от общего к частному) или индукция (от частных, отдельных факторов к обобщающим);
- статический подход или анализ динамики временных рядов (последний, в свою очередь, может быть ретроспективным или носить прогнозный характер);
- используемая математическая парадигма (детерминированная и стохастическая).

Наконец, по целям исследования, технологии построения, характеру используемой информации, все методы математического моделирования можно разделить на четыре класса:

- аналитические (априорные);
- имитационные (априорно-апостериорные) модели;
- эмпирико-статистические (апостериорные) модели;
- модели, в которых в той или иной форме представлены идеи искусственного интеллекта (самоорганизация, эволюция, нейросетевые конструкции и т.д.).

Также хочется выделить монографию Шитикова В.К., и Розенберга Г.С. [53], в которой рассматривается статистическая среда R , которая постепенно становится общепризнанным мировым стандартом при проведении научно-технических расчетов.

Примеры использования ГИС-технологий в экологии

“В основе районирования лежит представление о том, что географическая оболочка состоит из качественно различающихся частей, относительно стабильных в течение некоторого периода времени. Это объективно существующее явление называется пространственной географической дифференциацией” А.И. Баканов [1990].

Развитие визуальной интерпретации многомерных данных и ГИС-технологий связано, в частности, с тем, что человеку с его ограниченным трехмерным пространственным воображением сложно, а в большинстве случаев невозможно, анализировать и давать обобщенные оценки многомерным объектам [18,21,51]. Чтобы внедрить эту методику для нашей работы, можно взять за основу один из первых российских опытов комплексного анализа пространственно распределенной информации, основанный на поэтапных работах Института экологии Волжского бассейна РАН на примере данных о состоянии экосистем г. Тольятти, Самарской области и всего Волжского бассейна, выполняемые с 1989 г. [28, 37, 38, 39, 40, 23 и др.].

Методика данной работы, ее содержание и результаты, в основе подходят к ее реализации на Биосферной территории «Иссык-Кель», с учетом новейших достижений в АИС и адаптации к условиям Кыргызстана. Рассмотрим основные положения этой работы.

Эколого-экономическая информация по Волжскому бассейну, представленная на Интернет-странице <http://www.ecology.samara.ru/docs/docs-1/volga.asp>, собиралась в виде различного рода карт распределения тех или иных параметров (рабочие масштабы - 1:2 500 000 и 1:4 000 000). "Масштаб" компьютерных карт, примерно, равен 1:10 000 000. Вся территория Волжского бассейна была разделена на 210 квадратов, каждый площадью около 6.5 тыс. км² (примерно 80x80 км). Всего ЭИС "REGION-VOLGABAS" содержала 509 предметных слоев карты, из которых 85 составили обобщенные показатели.

Пространственно распределенная информация ЭИС "REGION-VOLGABAS" охватывала следующий рубрикатор природных компонент:

- климат территории (особенности распределения температуры воздуха и количества осадков, а также ветрового режима);
- географо-геологическое описание (орография, дочетвертичный и четвертичный периоды развития региона, основные черты тектоники) и геохимическая обстановка;
- почвы и ландшафты, наличие особо охраняемых природных территорий;
- лесные ресурсы и распределение естественной растительности;
- животный мир (видовое распределение и фаунистические комплексы наземных позвоночных и птиц);
- население (демографическая ситуация и степень урбанизации территории).
- гидрология и гидрохимическое качество вод рек, озер и водохранилищ;
- гидробиоценозы и их компоненты (фитопланктон, зообентос, водяные клещи, инфузории, микроскопические водные грибы, рыбные запасы);
- оценки качества воды и степени эвтрофикации по видам-биоиндикаторам.

Перечисленные данные позволили подробно проанализировать распределение по территории региона природно-климатических факторов, ландшафтной изменчивости и биологических ресурсов [40]. В конечном результате было получено территориальное распределение видового разнообразия основных групп животных, которое положительно коррелирует с климатическими особенностями, ландшафтным разнообразием, географическим расположением и населением каждой области, а также показана техногенная нагрузка и антропогенные воздействия.

В составе программного обеспечения "REGION-VOLGABAS" была разработана процедура генерации обобщенных критериев в виде линейной комбинации исходных показателей, предварительно преобразованных в дискретную форму. Для математической обработки данных, хранящихся в ЭИС, кроме общепринятых методов многомерного статистического анализа (регрессионный анализ, различные алгоритмы обработки временных рядов, кластерный анализ и т.д.), использовались алгоритмы построения прогнозирующих моделей по методу самоорганизации (метод группового учета аргументов, эволюционное моделирование). Была разработана эвристическая процедура "модельного штурма" [16], реализующая синтез модели-гибрида из частных моделей-предикторов.

Наличие перечисленных данных и алгоритмов их обработки дало возможность решать задачи комплексного анализа состояния экосистем региона, оценивать характер совокупной антропогенной нагрузки, с помощью модельных "сценариев" осуществлять прогноз развития экологической обстановки и на этой основе предложить ряд рекомендаций по направлениям устойчивого эколого-экономического развития и социально-экологической реабилитации территорий [39, 40, 41].

Информационные системы экологического мониторинга

Региональные эколого-информационные системы

Действующая система экологического мониторинга, выполняемого как научными учреждениями, так и региональными контролирующими органами, малоэффективна не только по причине низкой технической оснащенности, но и, в значительной мере, в силу игнорирования современных методов управления данными и комплексной математической обработки результатов многомерных наблюдений. Остается не востребуемым и с каждым годом теряется богатейший материал по климату и гидрологии, по животному и растительному миру ООПТ, накопленный в течение десятилетий региональными службами. Как мы выше указывали, этот материал в основном находится в бумажном виде и чтобы им воспользоваться, нужен колоссальный труд по переводу в цифровой вариант. Хотя, эти данные могли бы с успехом использоваться для построения как локальных моделей сезонной и многолетней динамики изменчивости, так и обобщенных моделей рационального эколого-экономического развития территориальных комплексов [18, 21, 52].

Построение любой модели экосистемы начинается, как правило, с организации оперативного и непротиворечивого доступа к массивам первичных данных экспедиционных исследований.

Полная компьютерная система, предназначенная для поддержки аналитической деятельности любого проекта (финансового, социального, экологического) должна состоять из следующих семи ступеней функционального анализа данных [8]:

- *склеивание* данных в кучи (heaping) с использованием средств, которые обеспечивают хранение разнородной информации, ведение идентификационных справочников и сортировку сведений на три кучки: "ценную кучку" (valuable hill), "рабочую кучку" (work hill) и "навозную кучку, в которой может быть найдена жемчужина" (dung hill);

- *складирование* данных (data warehousing, DWH) и их маркирование, удобное для описания и извлечения различных семантических группировок; результат DWH представляется в виде многомерного куба, каждая точка внутри которого соответствует набору семантически однородных элементарных объектов;

- *совмещение*, комбинирование данных (combining) – создание многомерного пространства, где каждая координата соответствует элементу набора или точке куба DWH, отображенной на линейно-упорядоченные градуированные оси (только в этом пространстве могут быть установлены отношения взаимосвязи и проведен анализ на основе метрической близости);

- *компьютерная томография* или визуальный многомерный анализ (visual multidimensional analysis) – позволяет конструировать двух- и трехмерные визуальные образы (паттерны) сложных взаимосвязей между рядами данных, наблюдать динамику образования и развитие аномалий;

- *разведывательный анализ* данных (data mining) – "просеивание" информации с целью нахождения в ней особенностей и аномалий, заданных описанием шаблонов или пороговых значений;

- *восстановление зависимостей* (forecasting) по эмпирическим выборкам – математическая обработка многомерных наблюдений (статистический и прецедентный анализ, оценка тренда временных рядов и проч.);

- *принятие решений*, планирование и управление (deciding - computer aided engineering) – отображается специальной сетью "ресурсы – потоки – события".

Региональную *эколого-информационную систему (ЭИС)*, можно определить как автоматизированную экспертную систему по экологии и природоохранной

деятельности, которая включает всю располагаемую совокупность данных мониторинга и состоит из трех основных компонентов:

- системы управления базами данных (**СУБД**), обеспечивающей хранение и оперативную выборку необходимой информации (этапы "склеивания, складирования и совмещения данных");

- геоинформационной системы (**ГИС**), преобразующей информацию о территории в виде набора предметных слоев на электронной карте местности и осуществляющей пространственную экстраполяцию расчетных показателей ("компьютерная томография");

- пакета прикладных программ (**ППП**), включающего библиотеку математических методов, синтезирующих набор решающих правил (коллектив предикторов) для оценки качества экосистемы и анализа причинно-следственных связей этой оценки с факторами среды ("разведывательный анализ и восстановление зависимостей").

Приведенное выделение подсистем ЭИС основано на традиционной классификации компонентов программного обеспечения, разрабатываемого ведущими мировыми производителями. Современные тенденции развития компьютерной технологии делают нерациональными трудозатраты каждого конкретного пользователя на разработку собственных версий СУБД, ГИС или ППП, поскольку на рынке программного обеспечения существуют многочисленные варианты соответствующих пакетов и инструментальных сред, различающихся только функциональностью, техникой внутренней реализации и стоимостью. Некоторые названия таких программных компонентов приведены ниже:

- системы управления базами данных: MS Access (в составе всемирно распространенного пакета Office), MS Visual FoxPro, Paradox, Clarion, MS SQL Server, Oracle, SyBase и т.д.;

- геоинформационные системы: ArcInfo, MapInfo, Ингео, Manifold System, ObjectLand, GeoGraph, Карта-2000 и многие другие (основные сведения о ГИС можно получить, например, в книге С.В. Шайтуры [1998], а также на страницах Интернет "ГИС-Ассоциация" – <http://www.gisa.ru/> . gisa.ru или "Где купить ГИС и данные для них" – http://giscenter.icc.ru/digest/gis_n_data.html);

- пакеты статистических программ: "Statistica", "Statgraphics", "SPSS", "SAS", "Minitab", "Systat", "Stadia", "САНИ", "Мезозавр" и т.д. [46,3; и др.].

Большинство перечисленных продуктов имеют внутренние языки программирования и инструментальные средства визуализации информации, импорта/экспорта данных, поэтому технология создания ЭИС сводится к выбору наиболее подходящих программных продуктов, их приобретению и последующей адаптации с целью создания действительно интегрированной системы.

Смартфоны. Ещё на заре развития компьютерной техники конструкторы стали биться над идеей создания очень компактных электронных устройств. Позже стала развиваться мобильная связь, что послужило дополнительным толчком к разработкам в этой области. В итоге пользователи получили очень занятную разновидность персональной компьютерной техники, которая именуется *smartphone* [9, 27, 57]. Если сказать упрощено, то смартфон — это компьютер, спрятанный в оболочке мобильного телефона. А раз мы говорим о ПК, пусть и миниатюрном, то главным среди его достоинств должна быть мощность, производительность, способность выполнять множество задач одновременно.

Лучшими смартфонами нынешнего времени являются знаменитый во всем мире Apple *iPhone 6* и *iPhone 6 Plus* и его корейский конкурент Samsung Galaxy S5, а также Sony Xperia Z2, HTC One M8, LG G3 [22,43,57,58,56]. В таких приложениях, как **Skype**, можно звонить через Интернет. Многозадачность в современных смартфонах позволяет отвечать на звонки Skype и VoIP, не закрывая текущие приложения. Функцию **GPS** можно не выключать. Ваши координаты будут непрерывно обновляться, и вы будете получать последовательные инструкции на протяжении всего маршрута.

Запись и монтаж видео в HD формате. Можно снимать собственные фильмы высокого разрешения. Любое видео, даже снятое в условиях низкой освещенности,

будет выглядеть впечатляюще благодаря новейшему датчику освещённости на задней панели и встроенной светодиодной подсветке. Редактирование отснятого материала идет прямо на iPhone 4 в новом приложении iMovie, используя разработанные Apple темы, титры и переходы. И ваш маленький видеоскейпер готов и уже доступен в App Store. Это видеокамера высокой четкости, которая всегда с вами. В iPhone 4 две камеры: первая на передней панели фокусируется на вас, вторая на задней панели — на окружающем мире. Делает великолепные снимки с отличной детализацией — теперь в наших руках 5-мегапиксельная камера со светодиодной вспышкой. Новейший датчик освещённости на задней панели позволяет делать отличные фотографии даже в условиях низкой освещённости. Некоторые дополнительные характеристики могут быть очень важными. Например, поддержка Bluetooth, компас, гироскоп, акселерометр и прочие интересные вещи. 9 сентября 2014 года были представлены iPhone 6 и iPhone 6 Plus с увеличенными усовершенствованными экранами, процессором A8/M8, камерами с фазовой системой фокусировки и памятью 128 гигабайтов. В смартфонах появилась возможность съемки HDR-фотографий и панорамной съёмки. Тексты книг, веб-страниц и электронных писем легко читаются в любом масштабе. Любые изображения — то есть, игры, фильмы и фотографии — буквально оживают [9, 22, 27, 43, 56, 57, 58].

Это уже просто фантастика, а в руках работника ООПТ, это незаменимый и самый современный необходимый инструмент для сбора, обработки, хранения и мгновенной передаче научного материала (текст, фото, видео) в любую точку мира.

Вывод.

Рассмотрев важную роль ООПТ в сохранении биоразнообразия Кыргызстана и выявив основные проблемы в их работе на основе современных Автоматизированных информационных систем (АИС) с точки зрения специалистов разного направления (биолог-эколог, математик и компьютерный программист), а также, проанализировав мировой опыт развития АИС и применение его в работе ООПТ (Россия), мы пришли к выводу, что практически, данная работа в Кыргызстане отстала на 30-40 лет от мировых тенденций развития и применения АИС в работе ООПТ. Поэтому, необходимо срочно принять меры для ликвидации этого пробела в работе ООПТ Кыргызстана, основываясь на мировом опыте использования АИС в сохранении Биоразнообразия.

Рекомендации:

1. Всем руководителям ООПТ Кыргызстана, во главе с ГосАгентством по Охране Окружающей среды и Лесному хозяйству при Правительстве КР, организовать работу в ООПТ под номером один, на основе АИС, исходя из современных задач стоящих перед ООПТ по сохранению Биоразнообразия и мировых тенденций развития АИС.
2. Разработать План и Программу по использованию АИС в работе ООПТ Кыргызстана.
3. Создать соответствующую материально-техническую базу АИС в ООПТ Кыргызстана.
4. Для Заповедников и Национальных Парков Кыргызстана, взять за основу опыт работы российских ООПТ, на примере Ильменского заповедника.
5. Для Биосферной территории «Иссык-Кель», взять за основу российский опыт работы о состоянии экосистем г. Тольятти, Самарской области и всего Волжского бассейна.
6. Создать единые электронные базы данных для всех ООПТ Кыргызстана.
7. Создать главную электронную базу данных ООПТ на основе ГосАгентства по Охране Окружающей среды и Лесному хозяйству при Правительстве КР, связывающую все ООПТ Кыргызстана.
8. Работу по сбору, обработке, хранению и трансформации материала в ООПТ проводить на основе АИС.
9. Начать мониторинговые исследования по климатическим изменениям и их влиянию на Биоразнообразии ООПТ на основе АИС, оснастив ООПТ автоматическими станциями слежения за климатом (ГИС технологии).
10. Создать сайты для Заповедников и Национальных Парков.
11. Привлечь к данной работе сотрудников и студентов Вузов Республики, в том числе и ИГУ им. Касыма Тыныстанова, по соответствующим дисциплинам.
12. Внедрить в работу сотрудников ООПТ смартфоны - как ПК, Интернет, Скайп, GPS, фото-видеокамера и др..
13. Разработать и внедрить Менеджмент планы, во всех ООПТ, как основу работы.

14. Ликвидировать цифровое неравенство среди ООПТ Кыргызстана и мира – выделение средств из бюджета Республики и привлечение Грантов.
15. Ликвидировать компьютерную безграмотность сотрудников ООПТ – организация и проведение тренингов и обучающих программ.
16. Начать работу по созданию математической модели экосистемы Биосферной территории “Ысык-Кёль” (бассейн оз.Иссык-Куль.)
17. Начать работу по моделированию экологических процессов на видовом и экосистемных уровнях в ООПТ Кыргызстана.
18. Создать интернет-телевидение во всех областях Кыргызстана на базе мини-студий в ООПТ.

Литература:

1. Абрсов Н.С., Боголюбов А.Г. Экологические и генетические закономерности сосуществования и коэволюции видов. – Новосибирск: Наука, 1988. – 333 с.
2. АИС в Ильменском заповеднике (Россия). (<http://igz.ilmeny.ac.ru/>).
3. Айвазян С.А., Степанов В.С. Инструменты статистического анализа данных // Мир ПК. 1997. № 8.
4. Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. – М.: Наука, 1985. – 180 с.
5. Бородакий Ю. В., Лободинский Ю. Г. Эволюция информационных систем (современное состояние и перспективы). — М.: Горячая линия - Телеком, 2011. - 368 с. ISBN 978-5-9912-0199-5.
6. Баканов А.И. Обзор существующих подходов к районированию водохранилищ // Экологическое районирование пресноводных водоемов. Труды ИБВВ АН СССР, вып. 62(65). – Рыбинск: ИБВВ АН СССР, 1990. . 3-16.
7. Беляев В.И., Ивахненко А.Г., Флейшман Б.С. Имитация, самоорганизация и потенциальная эффективность // Автоматика. 1979. № 6. - С. 9-17.
8. Бершадский А., Новик К., Новицкий Д. и др. Алфавит многомерного анализа (в картинках) / Научный руководитель проекта Л.Н. Столяров. – М.: Студенческая Лаборатория "Computer Science" МФТИ, ПрограмБанк, 1999. – Адрес в Интернет <http://www.cslab.mipt.ru>
9. Брайан Чен. Всегда на связи. Как iPhone навсегда изменил нашу жизнь. - М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2011. - 208 с. ISBN 978-5-91657-273-5
10. Братусь А.М., Новожилов А.П., Платонов А.П. Динамические системы и модели в биологии. М., Физматлит, 2010
11. Биоразнообразие Кыргызстана. <http://enrin.grida.no/biodiv/ru/national/kyrgyz/bioresp.htm>
12. Верещагин А.П., Мусав М.М. Проблемы сохранения и восстановления биоразнообразия Сарычат-Эрташского заповедника (из опыта работы). // Биосферные территории Центральной Азии как природное наследие (проблемы сохранения, восстановления биоразнообразия): Сб. материалов Междунар. конф. – Б.:2009, - с. 21- 24.
13. Верещагин А.П. Менеджмент план – основа изучения и сохранения биоразнообразия Сарычат-Эрташского государственного заповедника. // Вестник ИГУ, № 20. – Каракол, 2008. – С. 98 - 112.
14. Верещагин А.П. Современные проблемы сохранения биоразнообразия Сарычат-Эрташского государственного природного заповедника. // Вестник ИГУ, № 36. – Каракол, 2013. – С. 72 – 82
15. Винберг Г.Г. Опыт применения разных систем биологической информации загрязнения вод в СССР // Влияние загрязняющих веществ на гидробионтов и экосистемы водоемов. – Л.: Наука, 1979б. - С. 43-51.
16. Брусиловский П.М., Розенберг Г.С. Модельный штурм при исследовании экологических систем // Журн. общ. биол. 1983. Т. 44, № 2. С. 266-274.
17. Брусиловский П.М. Становление математической биологии. – М.: Знание, 1985. – 62 с.
18. Геоинформационные системы в экологии. <http://homepage.buryatia.ru/rmeic/gis.htm>
19. ЗАКОН КР от 28 мая 1994 года N 1561-ХІІ «Об особо охраняемых природных территориях».
20. ЗАКОН КР от 9 июня 1999 года N 48 «О биосферных территориях в Кыргызской Республике».
21. Использование ГИС в экологии. <http://www.pspu.ac.ru/win/work/9.rar>
22. Рейтинг лучших смартфонов. cell-phones.toptenreviews.com/smartphones/
23. Красная книга Кыргызской ССР. – Фрунзе. Кыргызстан; 1985.
24. Красная книга Кыргызской Республики. - Бишкек. Кыргызстан; 2-ое издание. 2007.
25. Краснощекоев Г.П., Розенберг Г.С. Естественно-исторические аспекты формирования территории Волжского бассейна // Изв. СамНЦ РАН. 1999. Т. 1. № 1. - С. 108-117.
26. Летопись природы в заповедниках Кыргызской Республики (утверждено приказом № 51 от 12 мая 2004 года Гос. Лес. Службы КР). Бишкек. 2004.
27. Лучшие айфоны 2015. iphone-gps.ru, 2015.
28. Моисеев Н.И. Экология человечества глазами математика: (Человек, природа и будущее цивилизации). – М.: Мол. Гвардия, 1988. – 254.
29. Моисеев Т.А., Шитиков В.К. Принципы организации регионального банка эколого-экономической информации // Моделирование процессов экологического развития (М., ВНИИСИ АН СССР). 1989, № 7. - С. 110-117.
30. Мюррей Д. Математическая биология. Том 1. Введение. Изд. ИКИ-РХД, М-Ижевск, 2009

ЭКОЛОГИЯ

31. Мятлев В.Д., Панченко Л.А., Ризниченко Г.Ю., Терехин А.Т. Высшая математика и ее приложения к биологии. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. Академия. - М., 2009
32. Налимов В.В. Теория эксперимента DJVU. - М.: Наука, 1971
33. Налимов В.В. Теория эксперимента. - М.: Наука, 1971. - 207 с.
34. ООПТ КР - <http://nature.gov.kg>
35. Расширенная Интернет-версия по адресу <http://www.tvp.ru/prog/progrfr.htm>.
36. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Изд. РХД, М-Ижевск, 2003 .
37. Розенберг Г.С. Модели в фитоценологии. - М.: Наука, 1984. - 256 с.
38. Розенберг Г.С., Беспалый В.Г., Голуб В.Б. и др. Экспертная система для оценки экологического состояния крупного региона (на примере Куйбышевской области) // Теоретические проблемы эволюции и экологии. - Тольятти.: ИЭВБ АН СССР, 1991, С. 183-192.
39. Розенберг Г.С., Дунин Д.П., Костина Н.В. и др. Информационные технологии для оценки экологического состояния крупного региона (на примере Волжского бассейна и Самарской области) // Проблемы региональной экологии. Вып. 8. - Томск: СО РАН, 2000. С. 213-216.
40. Розенберг Г.С., Краснощеков Г.П. Волжский бассейн: экологическая ситуация и пути рационального природопользования - Тольятти: ИЭВБ РАН, 1996. - 249 с.
41. Розенберг Г.С., Краснощеков Г.П., Шитиков В.К. К созданию пространственно-распределенной базы эколого-экономических данных бассейна крупной реки (на примере Волжского бассейна) // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах: Межвед. сб. науч. тр. - Самара: Изд-во " Сам. ун-т", 1995. С. 8-15.
42. Розенберг Г.С., Шитиков В.К., Брусиловский П.М. Экологическое прогнозирование (Функциональные предикторы временных рядов). - Тольятти: ИЭВБ РАН, 1994а. - 182 с.
43. Самые мощные смартфоны 2014-2015. Technoobzor.com /27 августа 2014 / 14:13
44. Свирижев Ю. М., Логофет Д.О. — Устойчивость биологических сообществ. 1978. Наука. - 350 с.
45. Свирижев Ю.М. Нелинейные волны. Диссипативные структуры и катастрофы в экологии. - М., Наука, 1987
46. Сильвестров Д.С. Программное обеспечение прикладной статистики. Обзор состояния. Тенденции развития. - М.: Финансы и статист., 1988. - 240 с.
47. Стратегия и план действий по сохранению биоразнообразия. Министерство охраны окружающей среды Кыргызской республики. - Бишкек, 1998
48. Топ-10 мировых тенденций развития ИТ-отрасли. <http://runauka.2bb.ru/viewtopic.php?id=121>
49. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. - М.: Прогресс, 1980. - 328 с.
50. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. - М.: МГУ, 1980. - 464 с.
51. Флейшман Б.С. Основы системологии. - М.: Радио и связь, 1982. - 368 с.
52. Шайтура С.В. Геоинформационные системы и методы их создания. - М.: 1998. - 252 с.
53. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. - Тольятти: Кассандра, 2014. 314 с.
54. Экологический мониторинг. Методы биомониторинга / Под ред. Д.Б. Гелашвили. - Н. Новгород: ННГУ, 1995. Вып. 1. - 190 с.
55. Эркинбаев М. А., Верещагин А. П., Тултуков Б. Т., Искаков Р.Т. Внедрение информационных технологий в создании базы данных Сарычат-Эрташского заповедника. // Материалы научно-практической конференции посвященной 80-летию академика Ж. А. Альшбаева 2-4 сентября 2002 г. - Каракол, 2002. - С 181-185.
56. Nick Wingfield. Apple's Profit Doubles on Holiday iPhone 4S Sales. — The New York Times, 24.01.2012
57. Phil Hornshaw. Apple sold 32.39 million iPads, 72.29 million iPhones in fiscal 2011. — Apploicious.com, 31.10.2011
58. Phil Hornshaw. Reports say Samsung has surpassed Apple in selling most smartphones. — Androidapps.com, 20.11.2011.