

ОСОБЕННОСТИ БАЛАНСА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И РИСКОВ ДЛЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В НАСАЖДЕНИЯХ Г. САМАРЫ

© 2022

Заика А.С.^{1,2}, Кавеленова Л.М.²

¹Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулёвские сады»

(г. Самара, Российская Федерация)

²Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

(г. Самара, Российская Федерация)

Аннотация. Развитие концепции экосистемных услуг, начатое в конце XX века преимущественно зарубежными авторами, в последнее время распространяется на рассмотрение различных сторон взаимодействия человечества с окружающими природными комплексами, включая функционирование агроэкосистем различного типа и урбосреды. В городской экосистеме представлены различные формы инфраструктуры, предоставляющие услуги населению, включая зеленую инфраструктуру, состоящую из естественных растительных систем и связанных с ними зеленых технологий. Зеленая инфраструктура обеспечивает реализацию регулирующих, поддерживающих и культурных экосистемных услуг. С другой стороны, в последнее время рассматривается обратное взаимодействие – появилась практика рассмотрения экосистемных услуг, оказываемых непосредственно урбосредой, для сохранения биологического разнообразия. Оказание экосистемных услуг является важной ролью городских насаждений, причем особо важен вклад древесных растений в их реализацию. Несмотря на небольшую долю площади, занимаемой в урбосреде, использование земель, покрытых деревьями, способствует существенному уменьшению «экологического следа» города. Однако качество оказываемых экосистемных услуг во многом определяется жизненным состоянием тех или иных экземпляров деревьев и зависит от их видовых особенностей. На основе фактических данных, полученных в ходе обследования модельных участков уличных насаждений г. Самары, авторами рассматриваются особенности баланса между экосистемными услугами и рисками, связанными с видовым составом и жизненным состоянием древесного компонента насаждений в урбосреде. Для ряда видов древесных растений пофакторно проанализирована их актуальная роль в урбосреде с учетом эффективности реализации экосистемных услуг и выраженности проблем, связанных с их состоянием либо с особенностями жизнедеятельности.

Ключевые слова: экосистемные услуги; экосистемные проблемы/риски; жизненное состояние; методика В.А. Алексеева; синергетический эффект (синергизм); урбанизация; древесные насаждения; озеленение города; город Самара.

FEATURES OF THE BALANCE OF ECOSYSTEM SERVICES AND RISKS FOR WOODY PLANTS IN THE SAMARA REGION

© 2022

Zaika A.S.^{1,2}, Kavelenova L.M.²

¹Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhigulevskie Sady» (Samara, Russian Federation)

²Samara National Research University (Samara, Russian Federation)

Abstract. The development of the concept of ecosystem services, started at the end of the 20th century mainly by foreign authors, has recently extended to the consideration of various aspects of the mankind interaction with the surrounding natural complexes, including the functioning of agroecosystems of various types and urban environments. The urban ecosystem includes various forms of infrastructure that provide services to the population, including green infrastructure consisting of natural plant systems and associated green technologies. Green infrastructure ensures the implementation of regulatory, supportive and cultural ecosystem services. On the other hand, the reverse interaction has recently been considered – the practice of considering ecosystem services provided directly by the urban environment for the conservation of biological diversity has appeared. The provision of ecosystem services is an important role of urban plantings, and the contribution of woody plants to their implementation is particularly important. Despite the small share of the area occupied in the urban environment, the use of land covered with trees contributes to a significant reduction in the «ecological footprint» of the city. However, the quality of ecosystem services provided is largely determined by the vital condition of a particular instance of trees and depends on their specific features. Based on the actual data obtained during the survey of model plots of street plantings in Samara, the authors consider the features of the balance between ecosystem services and risks associated with the species composition and vital state of the tree component of plantings in the urban environment. For a number of species of woody plants, their actual role in the urban environment has been factorially analyzed, taking into account the effectiveness of the implementation of ecosystem services and the severity of problems associated with their condition or life characteristics.

Keywords: ecosystem services; ecosystem problems/risks; vital condition; V.A. Alekseev's methodology; synergistic effect (synergism); urbanization; tree plantations; landscaping of city; Samara city.

Введение

Концепция экосистемных услуг, интенсивно развивающаяся начиная с конца XX в. [1–3], в настоящее время распространяется на рассмотрение различных сторон взаимодействия человечества с окружающими природными комплексами, включая функционирование агроэкосистем различного типа [4; 5] и урбосреды [6–9].

По мере того как население планеты становится все более урбанизированным, города продолжают расширяться и потреблять ценные сельскохозяйственные и лесные угодья. Развитие городских территорий приводит к деградации природных экосистем за счет фрагментации, загрязнения, создания барьеров, воздействия и разрушения природных элементов [10]. Эти нарушения вызывают изменения в составе и распределении дикой природы (сообществ, популяций, видов), что приводит к значительному изменению экологической системы Земли [11; 12], на которую влияет не только человек, но и специфические факторы, разработанные и созданные им.

В этой городской экосистеме преобладают различные формы инфраструктуры, которые предоставляют услуги людям, включая зеленую инфраструктуру, состоящую из естественных растительных систем и связанных с ними зеленых технологий.

Зеленая инфраструктура обеспечивает преимущественную реализацию регулирующих, поддерживающих и культурных экосистемных услуг, и в меньшей степени используется для реализации обеспечивающих услуг (рис. 1). С другой стороны, в последнее время рассматривается обратное взаимодействие – появилась практика рассмотрения экосистемных услуг, оказываемых непосредственно урбосредой, для сохранения биологического разнообразия [12; 13].

Учеными были определены особо важные экологические услуги, предоставляемые растениями в городской среде: энергосбережение; связывание и депонирование углерода; удаление газообразных загрязнителей и твердых частиц из воздуха; смягчение последствий ливневых вод, среда обитания живых организмов и т.д. [14; 15].

Оказание экосистемных услуг является важной ролью городских насаждений [16]. Ценность этих

услуг для жителей города может быть особенно значительной при соответствующих планировании, проектировании, строительстве и обслуживании городских пространств. Географические информационные системы (ГИС) представляют собой превосходный механизм для оценки роста городов и определения масштабов важных компонентов зеленой инфраструктуры и предоставляемых связанных с ними экосистемных услуг [6; 8].

Например, лесные и парковые зоны способствуют регулированию (смягчению) экстремальных температур за счет снижения поверхностной радиации и температуры в результате затенения и увеличения эвапотранспирации. Кроме того, все виды городских зеленых насаждений и водоемы могут способствовать рекреации горожан [17]. Незапечатанные асфальтовыми и прочими покрытиями участки поверхности подходят для удержания и инфильтрации дождевой воды и, таким образом, могут регулировать баланс между быстрым поверхностным и грунтовым стоком во время сильных дождей. Городские зеленые насаждения (особенно насаждения с преобладанием деревьев и городские леса) могут способствовать локальному депонированию углерода [18]. Однако только 1–2% выбросов от городов могут быть нейтрализованы городской растительностью. Все эти наземные экосистемные услуги применимы, в том числе, и для России [19]. Несмотря на небольшую долю от суммарной площади города, функционирование земель, покрытых деревьями, способствует уменьшению «экологического следа» города [6, р. 173].

Экологические процессы вызывают эффекты, которые оцениваются как экосистемные услуги или вредные воздействия в зависимости от их значения, то есть причиняемых населению и его имуществу пользы или вреда. Эта оценка в конечном счете зависит от того, что заинтересованные лица в данных обстоятельствах считают полезным или вредным для своего благополучия. Экосистемные услуги и экосистемные «медвежьи услуги» подвержены социальным и экономическим, а также экологическим воздействиям [6, р. 199]. Особенно это касается воздействия городских экосистем на качество жизни горожан, так как это влияние затрагивает многих людей.



Рисунок 1 – Услуги, оказываемые зелеными насаждениями в городской экосистеме (по [4, р. 244], в редакции авторов)

До сих пор подробно обсуждались отдельные услуги городских экосистем и описывалось их влияние на благосостояние людей. Однако между различными экосистемными услугами, помимо прочего, существуют и собственные взаимодействия: с одной стороны, может быть выражен синергетический эффект (это взаимоусиливающий, благоприятный эффект), а с другой, существуют и так называемые компромиссы или конфликты, то есть одна услуга может быть хорошо выполнена только в том случае, если другая сторона влияния на урбосреду ослабевает (табл. 1).

Классическим примером является, например, конфликт между продукционной функцией, биоразнообразием и регуляцией локального микроклимата. В то время как насаждения с преобладанием деревьев-крупномеров очень важны и полезны для последних двух, а также для депонирования CO₂, это идет вразрез с использованием почвы для городского садоводства, ориентированного на выращивание имеющих меньшие размеры и продуктивность плодовых деревьев. Также существует конфликт между искусственным дизайном парков и зеленых насаждений, в том числе связанный с активным использованием аллохтонных видов, и местным биоразнообразием. Синергетический эффект прослеживается при направленном включении в дизайн парка местных видов, включая редкие виды флоры, и сохранением биоразнообразия фаунистической компоненты, микробиоты и пр., а также между эффективным выполнением рекреационной функции при локальном регулировании микроклимата благодаря присутствию в насаждениях деревьев [6, р. 198–199].

В нашей статье на основе фактических данных, полученных в ходе обследования уличных насаждений г. Самары, рассматриваются особенности баланса между экосистемными услугами и рисками, связанными с видовым составом и жизненным состоянием древесного компонента насаждений в урбосреде.

Методика работы

Исследование проводилось на ул. Ново-Вокзальная, ул. Воронежская, ул. Стара-Загора и проспекте Кирова Промышленного района города Самара. Мо-

дельные участки представляют собой рядовые посадки деревьев по обеим сторонам проезжей части вдоль пешеходных дорожек, высажены зачастую вдоль линий электропередач, не захватывают придомовую территорию. Насаждения с декоративно-оздоровительными и защитными функциями. Состав насаждений представлен шестью видами: березой повислой (*Betula pendula* Roth), вязом мелколистным (*Ulmus parvifolia* L.), тополем черным (*Populus nigra* L.), тополем советским пирамидальным (*Populus × sowietica pyramidalis* Lauche), кленом остролистным (*Acer platanoides* L.) и ясенем зеленым (*Fraxinus lanceolata* Borkh.).

Изучение состояния древесных насаждений в выбранных модельных участках уличных зеленых насаждений включало в себя оценку состояния деревьев по В.А. Алексееву [20] и последующий анализ полученных данных.

Методом сплошного обследования деревьев проводилась визуальная оценка следующих диагностических признаков относительного жизненного состояния: густота кроны (в % от нормальной густоты), наличие на стволе мертвых сучьев (в % от общего количества сучьев на стволе) и степени повреждения листьев токсикантами, патогенами и насекомыми (средняя площадь некрозов, хлорозов и обесцвечиваний в % от площади листа). При показателе от 100 до 80% жизненное состояние древостоя считается здоровым, при 79–50% – ослабленным, при 49–20% – сильно ослабленным, при 19% и ниже полностью разрушенным [21].

Полученные в ходе обследования цифровые данные обрабатывали с помощью компьютерного приложения Microsoft Office Excel 2007, его также использовали при построении диаграмм.

Кроме того, для обследованных видов древесных растений пофакторно анализировали их актуальную роль в урбосреде с учетом эффективности реализации экосистемных услуг и выраженности проблем, связанных с их состоянием либо особенностями жизнедеятельности.

Таблица 1 – Связь между экосистемными услугами и отрицательным воздействием иллюстрируется в сравнении с базовыми функциями экосистемы (по [6, р. 198] с дополнениями авторов)

Экосистемная функция	Пример городских экосистемных услуг	Пример отрицательного воздействия на городскую среду
Фотосинтез / первичная продукция (продуцент)	Образование кислорода	Производство биогенных взвешенных веществ
Накопление биомассы (за счет роста растений)	Аккумуляция углерода; поддержание благоприятного микроклимата; эстетический эффект	Повреждение городской инфраструктуры; ограничение видимости; возможный источник аварийных ситуаций
Размножение растений	Сохранение растительных популяций	Аллергия на растения
Экологические ниши для растений	Сохранение / увеличение фитообразия	Появление нежелательных или опасных растений; распространение инвазивных видов
Экологические ниши для животных	Сохранение / увеличение зоообразия	Появление нежелательных или опасных животных; распространение инвазивных видов
Экологические ниши для микроорганизмов	Сохранение / увеличение разнообразия микроорганизмов	Заболеваемость и распространение опасных инфекционных заболеваний

Результаты и их обсуждение

Качество оказываемых экосистемных услуг во многом определяется жизненным состоянием того или иного экземпляра растения. Для примера рассмотрим виды деревьев, произрастающие в качестве компонента озеленения на нескольких улицах г. Самары.

Нами была проведена оценка жизненного состояния древесных насаждений по методике В.А. Алексеева на некоторых улицах Промышленного района. Ниже представлены диаграммы с балльной оценкой по каждому древесному виду (рис. 2–4).

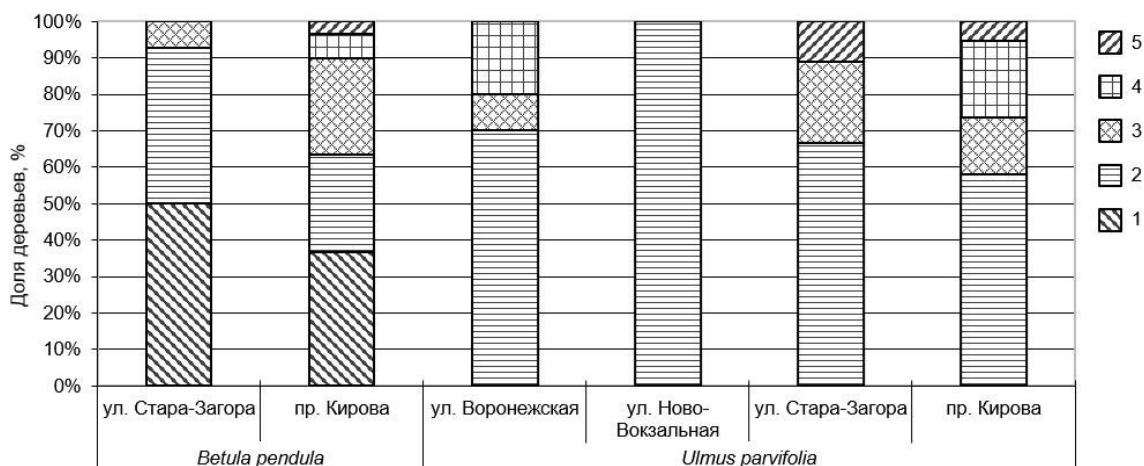


Рисунок 2 – Показатели жизненного состояния деревьев *Betula pendula* Roth и *Ulmus parvifolia* L. на модельных участках по шкале В.А. Алексеева

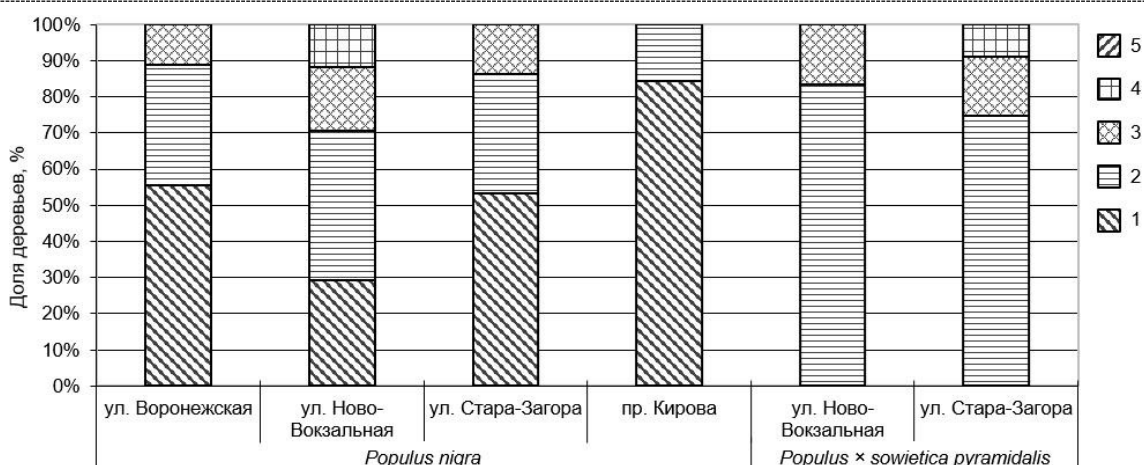


Рисунок 3 – Показатели жизненного состояния деревьев *Populus nigra* L. и *Populus x sowietica pyramidalis* Lauche на модельных участках по шкале В.А. Алексеева

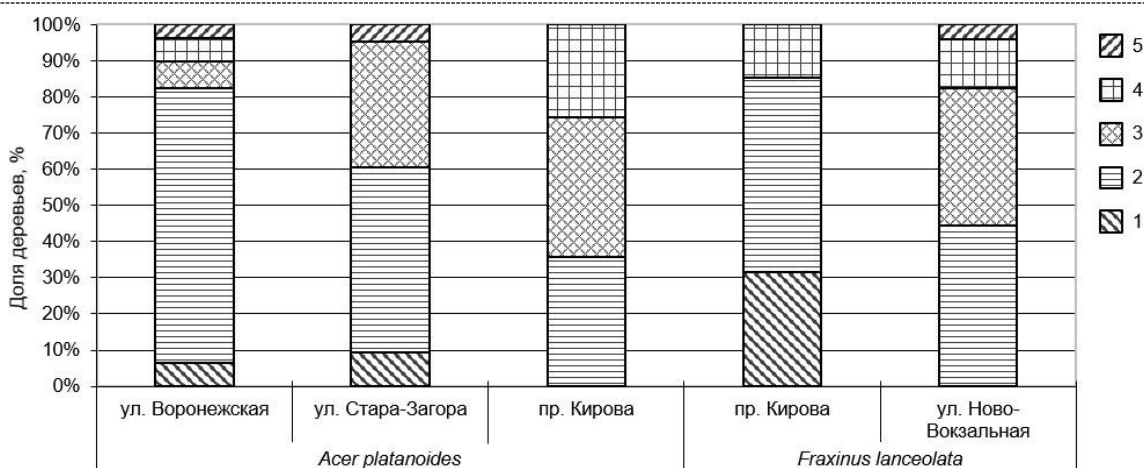


Рисунок 4 – Показатели жизненного состояния деревьев *Acer platanoides* L. и *Fraxinus lanceolata* Borkh. на модельных участках по шкале В.А. Алексеева

Рассматриваемые насаждения располагаются вдоль автодорог с высокой пропускной способностью. В связи с этим растения испытывают постоянную интенсивную антропогенную нагрузку. В таких условиях только *Populus nigra* L. и *Betula pendula* Roth показывают наибольшую устойчивость к городским условиям и имеют наибольший % здоровых экземпляров. Остальные виды угнетены и ослаблены, а значит, не могут в полной мере реализовать свой потенциал возможных экосистемных услуг. Полноценное их выполнение возможно лишь здоровыми растениями.

Для каждого древесного вида мы составили условную таблицу [22, с. 174] с указанием его положительного и отрицательного вклада в состояние урбосреды конкретно для наших модельных участков [23]. Во многом этот вклад определялся качественным состоянием каждого вида/экземпляра, в том числе: возрастом, устойчивостью к негативным факторам городской среды, а также соответствием вида требованиям города: степенью потребности в мероприятиях по уходу (кронировании, поливе, уборке различного опада), эстетическими качествами, привлекательностью, отсутствием аллергенности у растения и т.д. Каждой из составляющих для конкретного вида давалась балльная оценка, в которой положительные стороны влияния оценивались положительными, негативные – отрицательными числами, итоговая величина в результате могла выражаться положительным или отрицательным числом.

На рис. 5 мы продемонстрировали итоговую оценку услуг древесных растений, выражающую итоговое соотношение положительного и отрицательного вклада в состояние урбосреды. Наиболее высокий положительный итоговый балл получила *Betula pendula*, ей уступают *Acer platanoides* и *Populus × sibirica pyramidalis*. Наибольшее количество баллов отрицательного влияния оказалось у *Fraxinus lanceolata* и особенно *Ulmus parvifolia*. Для *Populus nigra* положительный и отрицательный вклад практически равны, итоговая балльная оценка стремится к нулю. Прокомментируем эти результаты, обращая внимание на то, что каждый вид древесного растения в озеленении города вносит неоднозначный вклад в формирование городской среды.

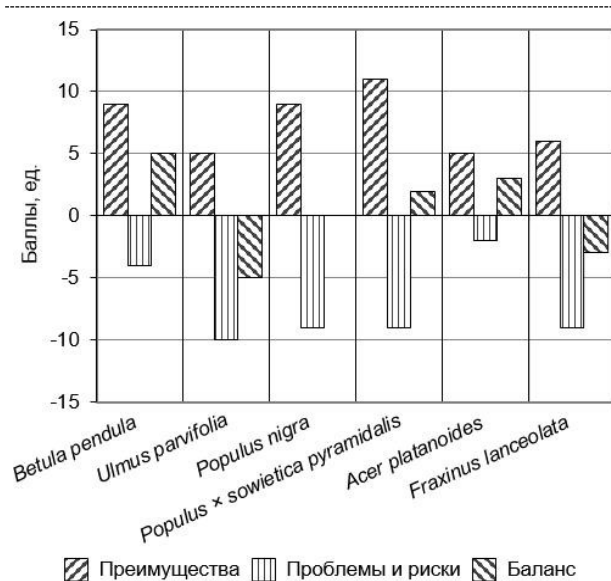


Рисунок 5 – Итоги балльной оценки древесных растений в модельных насаждениях с учетом экосистемных услуг и проблем

В концепции баланса экосистемных услуг/рисков для рассматриваемых уличных насаждений наибольший отрицательный вклад, по нашим наблюдениям, вносит *Ulmus parvifolia*, который, зачастую массово размещаясь в придорожных насаждениях вдоль линий электропередач, требует частого и сильного кронирования (что влияет на конечное эстетическое восприятие городских улиц), а также продуцирует большое количество различных отходов фитоматериала (массы семян, листового опада).

Betula pendula прекрасно вписывается в урбосреду, однако ее главный недостаток – выделение огромного количества аллергенной пыльцы, которая, к тому же, в начале летнего периода массово оседает на опушении семян растений рода *Populus* (пример негативно влияющего на состояние урбосреды синергизма). Крупномеры – тополя в прошлом составляли основу в озеленении города Самара. Наличие растений этих видов делает окружающую среду города очень сложной для проживания значительной части населения. Кроме того, многие тополя были высажены без соблюдения санитарных норм, что приводит к затенению квартир, разрушению фундаментов, кровли, коммуникаций.

В насаждениях оказались массово представлены пухопыляющие женские экземпляры, а продуцируемый ими тополиный пух является фактором повышенной пожароопасности. Так, по состоянию на 01.01.2012 на территории городского округа Самара насчитывалось около 9 тысяч пухопыляющих тополей, которые были посажены в 50–60-х годах XX века [24]. Большая их часть за последние годы достигла критического возраста, создает аварийные ситуации для автотранспорта и зданий, представляет угрозу для жизни и здоровья населения. Данные факты дали веское основание для постепенной замены тополей (в первую очередь, аварийных) другими породами деревьев, более декоративными, устойчивыми к вредителям и болезням, с необходимым условием соблюдения строительных норм и правил.

Потребность в экосистемных услугах возрастает с ростом самого города, однако одновременно с этим возникает и ряд вопросов, связанных с его перестройкой. В последние годы мы можем наблюдать, как происходит перемена в подходе к озеленению города. Во многом сказывается значительный возраст многих систем озеленения. При замене старовозрастных, аварийных, не соответствующих санитарным нормам или мешающих развитию городской среды растений происходит адаптивное изменение этих систем озеленения на более соответствующие современному стилю. В связи с этим необходимо подстраиваться под постоянно меняющиеся условия, изучать и разрабатывать концепции устойчивого развития.

Заключение

Моментом, на котором мы хотели бы остановиться в завершение данной статьи, является тот факт, что сама городская среда претерпевает развитие, связанное с изменением характера застройки и развития транспортных систем и инженерных коммуникаций. Это отчетливо проявляется на примере г. Самары, пережившей многократный рост населения и терри-

тории во второй половине XX в., достигнувшей за сравнительно короткий отрезок времени статуса крупного индустриального центра и города-миллионника. На схеме, представленной на рис. 6, мы сделали попытку кратко отразить особенности городского строительства и сопутствовавших ему систем озеленения в г. Самаре с конца XIX в. по начало XXI в. Можно отметить, что именно в начальный период зеленая инфраструктура обеспечивала реализацию всех групп экосистемных услуг, включая и обеспечивающие услуги (придомовые сады горожан). Позднее многократно усилилась значимость регулирующих услуг, направленных на смягчение микроклимата (ослабление летнего зноя, формирование тени, повышение влажности воздуха), ослабление шума, поглощение компонентов техногенного загрязнения воздуха. Естественным образом по мере роста населения актуализировалась необходимость обеспечения отдыха и культурного развития горожан (культурные услуги). В современном городе, к сожалению, мы переживаем период естественной утраты многих компонентов «старой» системы озеленения, что стало результатом ускоренного старения древесных растений при хроническом, повторяющемся воздействии негативных абиотических факторов и антропогенного загрязнения. Свой вклад в угнетение состояния деревьев на городских улицах внесли сезоны с экстремальными погодными условиями (например, массовое выпадение деревьев *Betula pendula* после засушливого лета 2010 г.).

Теоретически в целях сохранения экологического баланса после сноса аварийных деревьев требуется проведение компенсационных посадок деревьев с последующим уходом за ними. Однако из-за развития системы подземных коммуникаций компенсационную

посадку деревьев не всегда возможно произвести непосредственно на месте снесенных деревьев [24].

Особенности конструкции создаваемых в последнее время уличных насаждений в г. Самаре, например, новые посадки по ул. Ново-Садовой, Московскому шоссе и др. показывают их ориентированность не столько на реализацию регулирующих услуг, сколько на достижение эстетического эффекта (культурные услуги). В таком случае для регулирования условий городского микроклимата, снижения поверхностной радиации и температуры в летний зной стоит продумать целесообразность использования в г. Самаре новых форм насаждений («зеленые стены» и др.), уже применяемых за рубежом [14]. Многократно возрастает и значимость городских лесов, которые в таких условиях становятся главным звеном в реализации регулирующих услуг, а также наращивают свою роль в реализации культурных услуг (рекреация) и продолжают быть высоко значимыми в реализации поддерживающих услуг (сохранение биологического разнообразия, круговорот веществ, первичная продукция).

Стратегия реализации экосистемных услуг зелеными насаждениями в городах должна рассматриваться применительно к специфическим условиям, в «единстве времени и места», позволяя ответить на вопрос, как можно более эффективно обеспечить благоприятные условия проживания населения и сохранение биологического разнообразия. Вклад в изучение данного вопроса должны внести, объединяя свои усилия, специалисты-экологи, дендрологи, градостроители, геоинформатики, экономисты и пр., что обеспечит системность в рассмотрении актуальных проблем урбосреды и будет способствовать улучшению ее состояния.

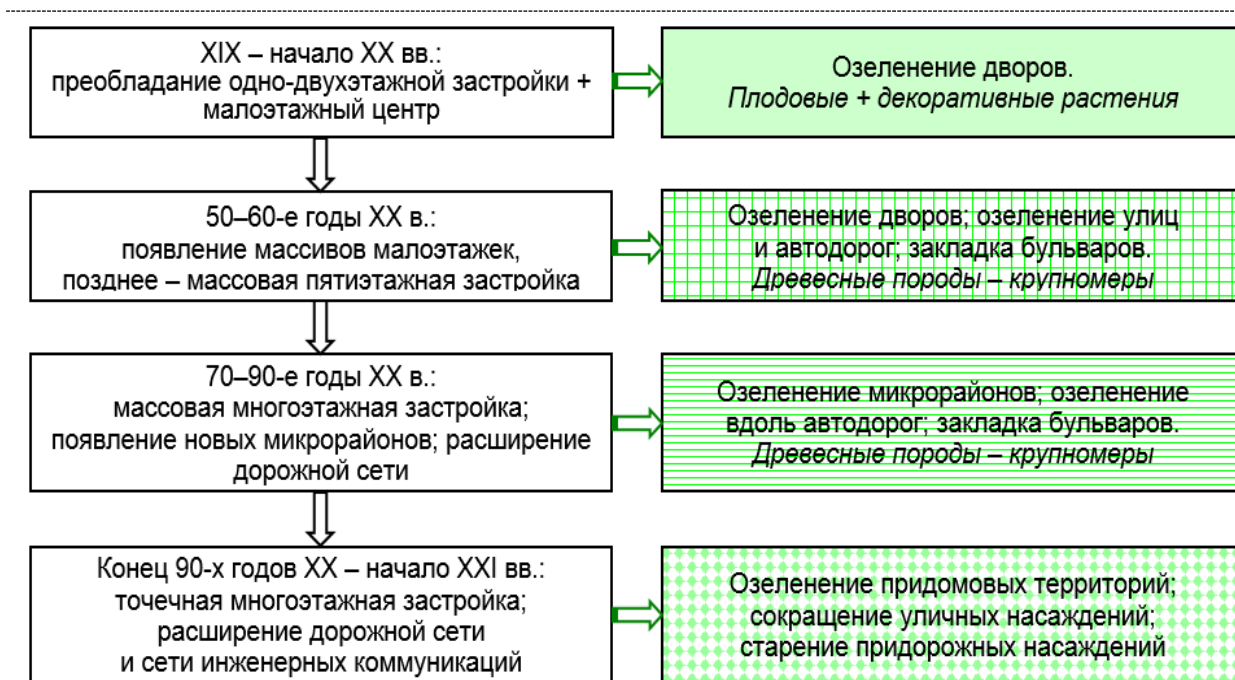


Рисунок 6 – Особенности городского строительства и сопутствовавших ему систем озеленения в г. Самаре (составлено авторами)

Список литературы:

- Costanza R., d'Arge R., De Groot R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital // *Nature*. 1997. Vol. 387 (6630). P. 253–260.
- Daily G. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington: Island Press, 1997. 392 p.
- De Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services // *Ecological Economics*. 2002. Vol. 41. P. 393–408.
- McKenzie T. *Environmental Innovations in Urban Ecosystems // Introduction to Agroecology / C. Caldwell, S. Wang (eds)*. Singapore: Springer, 2020. P. 237–258. DOI: 10.1007/978-981-15-8836-5_18.
- Banerjee A., Meena R.S., Jhariya M.K., Yadav D.K. *Agroecological footprints management for sustainable food system*. Singapore: Springer, 2021. 518 p. DOI: 10.1007/978-981-15-9496-0.
- Breuste J., Pauleit S., Haase D., Sauerwein M. *Urban ecosystems: function, management and development*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2021. 339 p. DOI: 10.1007/978-3-662-63279-6.
- Grunewald K., Bastian O. *Ecosystem services – concept, methods and case studies*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2015. 319 p. DOI: 10.1007/978-3-662-44143-5.
- Hall M.H.P., Balogh S.B. *Understanding urban ecology: an interdisciplinary systems approach*. Cham: Springer, 2019. 368 p. DOI: 10.1007/978-3-030-11259-2.
- van Bueren E., van Bohemen H., Itard L., Visscher H. *Sustainable urban environments: an ecosystem approach*. Dordrecht: Springer, 2012. 436 p. DOI: 10.1007/978-94-007-1294-2.
- Экологический след субъектов Российской Федерации. Основные выводы и рекомендации. М.: WWF России, 2017. 72 с.
- A catalogue of ecosystem services in Slovakia: benefits to society / P. Mederly, J. Cernecky (eds). Cham: Springer, 2020. 259 p. DOI: 10.1007/978-3-030-46508-7.
- Sabogal A. *Urban ecology: a case study of Lima city*, Peru. Cham: Springer, 2021. 175 p. DOI: 10.1007/978-3-030-69905-5.
- Boyd J., Banzhaf S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units // *Ecological Economics*. 2007. Vol. 63. P. 616–626.
- Catalano C., Andreucci M.B., Guarino R., Bretzel F., Leone M., Pasta S. *Urban services to ecosystems: green infrastructure benefits from the landscape to the urban scale*. Cham: Springer, 2021. 536 p. DOI: 10.1007/978-3-030-75929-2.
- Haines-Young R., Potschin M. *The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being // Ecosystem ecology: a new synthesis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. P. 110–139.
- Fisher B., Turner R.K. *Ecosystem services: classification for valuation // Biological Conservation*. 2008. Vol. 141. P. 1167–1169.
- Roy S., Byrne J., Pickering C. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones // *Urban Forestry and Urban Greening*. 2012. № 11. P. 351–363.
- Marzluff J., Shulenberg E., Endlicher W., Alberti M., Bradley G., Ryan C., ZumBrunnen C., Simon U. *Urban ecology: an international perspective on the interaction between humans and nature*. New York: Springer, 2008. 802 p.
- Букварёва Е.Н., Замолотчиков Д.Г. *Экосистемные услуги России: прототип национального доклада*. Т. 1. Услуги наземных экосистем. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.
- Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // *Лесоведение*. 1989. № 4. С. 51–57.
- Майдебур И.С., Чупахина Г.Н. Оценка жизненного состояния древостоя в условиях города // *Вестник РГУ им. И. Канта*. 2007. Вып. 1. Естественные науки. С. 88–97.
- Заика А.С., Кавеленова Л.М. Эффективность реализации различных экологических услуг компонентами системы озеленения г. Самары // *Экологический сборник 7: тр. молодых ученых (г. Тольятти, 18–21 апреля 2019 г.) / под ред. С.А. Сенатора, О.В. Мухортовой, С.В. Саксонова*. Тольятти: ИЭВБ РАН, «Анна», 2019. С. 172–175. DOI: 10.24411/9999-010A-2019-10040.
- Кавеленова Л.М., Розно С.А., Хныкина А.С. Деревья в озеленении города: к концепции баланса «экологические услуги / проблемы, расходы, риски» // *Экология родного края: проблемы и пути их решения: мат-лы XIII всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием*. Кн. 1 (23–24 апреля 2018 г.). Киров: ВятГУ, 2018. С. 111–114.
- Об утверждении муниципальной программы городского округа Самара «Озеленение территории городского округа Самара» на 2013–2017 годы: постановление Администрации городского округа Самара от 18.12.2012 № 1627 [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. <https://docs.cntd.ru/document/464000574>.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Заика Анна Сергеевна, научный сотрудник; Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулёвские сады» (г. Самара, Российская Федерация); аспирант кафедры экологии, ботаники и охраны природы; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва (г. Самара, Российская Федерация). E-mail: zaika_anna96@mail.ru.</p> <p>Кавеленова Людмила Михайловна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии, ботаники и охраны природы; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва (г. Самара, Российская Федерация). E-mail: lkavelenova@mail.ru.</p>	<p>Zaika Anna Sergeevna, researcher; Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhigulevskie Sady» (Samara, Russian Federation); postgraduate student of Ecology, Botany and Nature Protection Department; Samara National Research University (Samara, Russian Federation). E-mail: zaika_anna96@mail.ru.</p> <p>Kavelenova Lyudmila Mikhailovna, doctor of biological sciences, professor, head of Ecology, Botany and Nature Protection Department; Samara National Research University (Samara, Russian Federation). E-mail: lkavelenova@mail.ru.</p>

Для цитирования:

Заика А.С., Кавеленова Л.М. Особенности баланса экосистемных услуг и рисков для древесных растений в насаждениях г. Самары // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 3. С. 41–47. DOI: 10.55355/snv2022113104.