

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ

УДК 630.111:631.524.85

И. Ф. БУКША¹

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО УКРАИНЫ

Рассмотрены прогнозы и сценарии изменения климата для Украины, представлены результаты оценки воздействия изменения климата на лесное хозяйство, изложены стратегии адаптации и рекомендации по дальнейшему изучению проблемы изменения климата в лесном хозяйстве Украины. Показано, что предварительные оценки эффектов воздействия получены преимущественно в результате пилотных исследований с помощью различных методов и моделей, которые не всегда были адаптированы и верифицированы для условий Украины. Поскольку в исследованиях преимущественно использовались данные о всех лесах страны по состоянию на 01.01.1996 г., актуальность полученных результатов к настоящему времени снижается. Вместе с тем, проведенные исследования позволили разработать ряд методов, подходов и моделей, позволяющих существенно улучшить качество оценок воздействия климата на леса, и создали хорошие предпосылки для более детального изучения эффектов воздействия климата в лесном хозяйстве Украины. В настоящее время существует необходимость и возможности для проведения исследований по воздействию изменения климата на новом методическом уровне, с использованием новых научных и статистических данных, моделей, знаний и опыта, полученных в предыдущие годы.

Ключевые слова: лес, лесное хозяйство Украины, сценарии изменения климата, парниковые газы, доходы лесного сектора, устойчивое ведение лесного хозяйства.

¹ **Ігор Федорович БУКША** – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії моніторингу і сертифікації лісів, Український науково-дослідний інститут лісового господарства і агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, м. Харків, Україна. Тел.: 057-707-80-57. E-mail: buksha@uriffm.org.ua; <http://www.uriffm.org.ua/uk/lab2>

Проблема изменения климата сегодня рассматривается как одна из наиболее важных глобальных проблем, стоящих перед человечеством, которая имеет самые серьезные и далеко идущие экологические, экономические и социальные последствия. Украина присоединилась к международным действиям, направленным на борьбу с изменением климата, Верховный Совет ратифицировал Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) 29 октября 1996 г. и согласно правил ООН, Украина стала Стороной Конвенции 11 августа 1997 г. Киотский протокол (КП) к РКИК ООН ратифицирован Украиной 4 февраля 2004 г.

Наблюдения за климатом в Украине начали проводить еще в XVIII ст. [31]. За период инструментальных наблюдений накоплен значительный эмпирический материал и сформированы долговременные ряды данных о динамике различных показателей климатической системы. Результаты исследования динамики климата свидетельствуют, что за последние сто лет зафиксировано потепление климата Украины по знаку и скорости нарастания ($0,4-0,6^{\circ}\text{C}$), которое совпадает с параметрами глобального тренда [36]. Потепление характеризуется неравномерностью (не монотонностью) увеличения приземной температуры – периоды стремительного увеличения температуры сменяются на периоды ее снижения. За 100 летний период наибольший тренд повышения температуры отмечен в северо-восточной части Украины (около 1°C), в северо-западной и центральной части тренд составил $0,7-0,9^{\circ}\text{C}$, а в южной $0,2-0,3^{\circ}\text{C}$ [31]. Наиболее интенсивное повышение температуры отмечалось зимой ($1,2^{\circ}\text{C}$) и весной ($0,8^{\circ}\text{C}$), а летом повышение температуры составляло $0,2-0,3^{\circ}\text{C}$.

Для осадков на территории Украины за последние 100 лет наблюдалось выравнивание их распределения. В тех регионах, где количество осадков было незначительным (юго-восток страны), их количество увеличилось примерно на 15 %, а в регионах, где осадков было много (северо-запад страны), их количество уменьшилось примерно на 5 %. При этом наблюдалось уменьшение континентальности климата и увеличение повторяемости стихийных явлений (ливни, наводнения, оттепели, ранние заморозки, шквалы).

На основании анализа климатических показателей украинские специалисты – климатологи пришли к выводу, что на территории Украины формируется новый климат: зимы стали менее холодными и малоснежными, а лето – более прохладным. Иногда имеют место резкие перепады температуры воздуха – до $10-12$ градусов в сутки. В такие периоды, как правило, возникают возмущения атмосферы и стихийные явления погоды – ливни, грозы, град, сильный ветер, ураган и т.п. В будущем прогнозируются аномально холодные зимы с резкими перепадами температур и недостатком снежного покрова, могут иметь место и засухи.

За период инструментальных наблюдений количество атмосферных осадков на территории Украины изменилось не значительно, более существенно изменилась интенсивность их выпадения. Зафиксированы 11, 22, 28, 30-летние периоды повышенного и пониженного режимов увлажнения на

территории Украины [3, 4]. В целом по Украине атмосферные осадки зимой увеличились на $20-50$ мм, но в западной части страны они уменьшились на $20-30$ мм. Весной количество осадков увеличилось на $10-20$ мм или местами осталось без изменений. Летом осадки или не изменились, или уменьшились: на западе на $40-50$ мм, на востоке и юго-востоке на $10-30$ мм, в Крыму – на $20-35$ мм. Осенью количество осадков изменилось на западе – в сторону уменьшения на $40-50$ мм, а в центре и юге Украины – в сторону увеличения на $10-20$ мм. Территориально атмосферные осадки изменились таким образом: в северных и западных регионах, а также в Крыму их годовая сумма уменьшилась на $50-100$ мм, на востоке – на $10-30$ мм. На побережье Азовского моря (северо-восточная часть страны) изменений в осадках практически не наблюдалось. Можно заключить, что четких трендов в характеристике распределения осадков во времени и пространстве не выявлено.

Для умеренных широт, куда относится территория Украины, прогнозировать изменения климата сложно, поскольку прогнозы вероятного изменения количества осадков и температуры воздуха здесь довольно неопределенные. Еще более сложно прогнозировать влияние изменения климата на природные экосистемы, поскольку в них могут проявляться как положительные, так и отрицательные эффекты [2, 26, 45].

Различные прогнозы изменения климата для Восточной Европы показывают, что главные тенденции в изменении климата в будущем будут связаны с увеличением температуры и уменьшением количества осадков и, как следствие – с существенным увеличением засушливости климата [61]. Проведенные проф. А.З. Швиденко (А. Shvidenko, 2009) сравнения "сегодняшних" показателей климата (за период 1950-2000 гг.) и прогноза климатических показателей к 2020 г., полученных с помощью модели HADCM3, IPCC Scenario A2A, позволили сделать следующие заключения для Украины:

значительно возрастет температура по всей стране, особенно в южной части. Среднегодовая температура увеличится на 20 % (от $7,5^{\circ}\text{C}$ до $9,0^{\circ}\text{C}$). Подобный тренд ожидается для суммарных дневных температур в вегетационный период (апрель-сентябрь);

противоположный тренд ожидается по отношению к осадкам – общее количество осадков уменьшится как в среднем за год, так и в вегетационный период, особенно в южной части страны.

По результатам исследований С.Г. Бойченко и В.М. Волошук, трансформация климатических полей на территории Украины в результате глобального изменения климата приведет к следующим последствиям [5, 6, 47, 64]:

трансформация естественных зон на территории страны, в частности – расширения зоны смешанных лесов (Полесья) и появления зоны полупустынь в южной части страны при потеплении на $2-3^{\circ}\text{C}$;

катастрофическое опустынивание южных регионов Украины (если уровень глобального потепления превысит $3-4^{\circ}\text{C}$), что приведет к интенсификации эрозийных процессов, истощению ресурсов пресной воды и снижению количества осадков;

повышение уровней Черного и Азовского морей; деградацией общего содержания озона над территорией Украины;

демографический кризис и усиление миграционных процессов.

Согласно прогнозов, полученных с помощью региональной числовой модели атмосферной циркуляции, а также полуэмпирической модели изменения климата и сценариев выбросов ПП, к 2050 г. средняя региональная приземная температура может увеличиться на 1,5-2,0 °С, в том числе – в январе 2,0 °С – на юге страны, 2,8 °С – на севере страны и в среднем по стране на 0,5-1,0 °С в июле. Что касается осадков, то после 2040 г. прогнозируется некоторое их увеличение в зимний период, а летом их количество будет оставаться в пределах климатической нормы, но иногда – со значительными флуктуациями [36].

В связи с тем, что Украина находится в пяти разных природных зонах и характеризуется большим многообразием экосистем, изменения климата могут по-разному проявляться в разных природных зонах и на субрегиональном уровне [52]. Проф. Я. Дидух отмечает, что повышение температуры только на 1 градус в условиях Украины приводит к смещению широтной границы природных зон на 160 км [25]. При этом повышение температуры вследствие потепления приведет к увеличению испаряемости влаги с поверхностного грунта, вследствие чего на песчаных дюнах лесной зоны (Полесья) может начаться опустынивание. В лесостепной и степной зонах изменения климата будут интенсифицировать разложение гумуса, что приведет к уменьшению содержания гумуса в почвах и снижению их плодородия. На юге Украины может произойти повышение уровня водного зеркала и увеличение количества осадков, что усилит процессы подтопления. Это, в свою очередь, приведет к заболачиванию и засолению территорий, что отрицательно скажется не только на лесах и сельскохозяйственном производстве, но и на условиях проживания людей [24].

Одни из первых результатов комплексной оценки воздействий изменения климата на лесное хозяйство Украины были получены вследствие проведения исследований в рамках Международной программы помощи США развивающимся странам и странам с переходной экономикой для изучения изменения климата – US Country Studies Program [18, 28, 48, 50, 60].

В процессе исследований важная роль отводилась выбору и анализу различных сценариев изменений климата на основе моделирования. Прогнозирование изменения климата для условий Украины было проведено по четырем моделям: CCCM (модель Канадского климатического центра, чувствительность к удвоению концентрации углерода в атмосфере – 3,5 °С), GFDL (модель лаборатории геофизической динамики США, чувствительность к удвоению концентрации углерода в атмосфере – 4,0 °С), GISS (модель Института космических исследований Годдара, чувствительность к удвоению концентрации углерода в атмосфере – 4,2 °С), UKMO (метеорологического бюро Объединенного королевства, чувствительность к удвоению концентрации углерода в атмосфере – 3,5 °С).

Согласно результатам моделирования при условии удвоения CO₂ в атмосфере прогнозируется повышение температуры воздуха во все сезоны года. При этом по сценариям, построенным на основе моделей CCCM и

GISS, температура воздуха возрастет наиболее существенно зимой, а по сценариям GFDL и UKMO – весной. Согласно двух последних сценариев, потепление в Украине четко будет усиливаться в направлении с юга на север и будет наиболее значительным на севере страны – в зоне Украинского Полесья в зимние и весенние сезоны. По всем сценариям будет увеличиваться и количество осадков, в отдельные сезоны это увеличение может превысить на 20 % существующий уровень [63].

Реакция лесов на изменение климата изучалась путем оценки изменений на уровне климатических лесорастительных областей и районов Украины, ареалов распространения основных лесобразующих пород и лесных экосистем на территории Украины, социальных, экологических и экономических изменений в лесном хозяйстве. Лесоклиматические показатели моделировались на основании методики Д.В. Воробьева [22]. Обобщение результатов моделирования показало, что в результате изменения температурного режима, режимов влажности и континентальности климата изменятся границы лесорастительных областей и районов. Изменения климата приведут к расширению ареалов и распространению хорошо адаптированных видов с широкой амплитудой, с одной стороны, и сокращению и исчезновению слабо адаптированных с узкой экологической амплитудой видов – с другой. Вместе с изменением ареалов основных для Украины лесобразующих пород, изменения границ лесорастительных областей будет определять региональный характер изменений в структурах лесных экосистем и их биологической продуктивности. На уровне лесных фитоценозов появятся тенденции смены доминирующих видов, изменения ярусных структур древостоев, динамики роста и устойчивости насаждений [18].

Для оценки воздействия изменения климата на лесное хозяйство была разработана многокритериальная матрица оценки лесного сектора, которая включала принципы, критерии и индикаторы, характеризующие экологические, социальные и экономические аспекты лесного хозяйства. Также разработана семантическая модель функционального отклика лесного сектора на глобальные изменения климата, позволяющая учитывать статистические данные, характеризующие лесной сектор и результаты моделирования динамики лесоклиматических показателей, представленные с помощью географической информационной системы (ГИС) в виде карт лесотипологических показателей [18, 62].

Обобщенные результаты оценки воздействия изменения климата на лесной сектор свидетельствуют, что при реализации сценариев GISS и UKMO доходы лесного сектора Украины возрастут, соответственно на 28,2 % и 10,3 %, а при реализации сценариев GFDL и CCCM – снизятся, соответственно на 43,1 % и 39,8 %. Такие разные результаты прогнозов при применении моделей CCCM, GFDL, GISS и UKMO свидетельствуют о том, что эти модели недостаточно адаптированы для Украины.

Для улучшения прогнозов необходимо провести верификацию моделей с учетом особенностей климата Украины. Такие работы должны проводиться параллельно с разработкой национальных моделей и

сценариев изменения климата. Использование возможностей объединения нескольких моделей (ансамбль моделей) также является одним из методов улучшения моделирования. Исследования проф. А.З. Швиденко (Shvidenko A., 2009) по оценке воздействия изменения климата с использованием ряда сценариев международной группы экспертов по изменению климата (сценарии IPCC A₁F₁, A₂, B₂, B₁) показывают, что в период до 2030 г. ожидается ухудшение условий роста для восточноевропейских лесов. Основные эффекты воздействия будут следующими:

- ареалы произрастания некоторых пород будут изменены из-за изменения границ природных зон, в некоторых случаях отдельные продуктивные виды полностью исчезнут;

- поменяются режимы, типы, интенсивность и частота воздействия на лес различных возмущающих факторов – насекомых, болезней, пожаров и др.;

- произойдут изменения в балансе питательных элементов;

- произойдут (преимущественно негативные) изменения в стабильности и жизнеспособности лесных экосистем, продуктивности лесных древесных и недревесных растений;

- изменится эффективность экологического функционирования лесных экосистем, в частности, их влияние на биогеохимические циклы, биоразнообразие и т.п.;

- изменяются циклы репродуктивности лесных пород, динамика сукцессий, произойдут изменения экологических и социальных функций лесов.

Поскольку ожидаемые изменения климата в целом будут оказывать негативное воздействие как на леса, так и на выполнение ими различных функций, в лесном хозяйстве должны применяться мероприятия по адаптации и смягчению воздействий изменения климата. Принимая во внимание, что леса Украины выполняют преимущественно экологические и социальные функции, меры по адаптации должны базироваться на принципах устойчивого развития и охватывать не только лесной сектор, но и связанные с ним сектора экономики (в частности – энергетику, индустрию, сельское хозяйство, туризм и т.п.). Стратегия адаптации должна быть направлена на минимизацию негативных последствий изменения климата, поддержание экологических и продуктивных функций лесов – поддержание их роли в биогеохимических циклах, биоразнообразии, защите агроландшафтов, почв и вод, производство древесной и недревесной продукции, рекреационные и другие социальные услуги [61].

Среди многочисленных аспектов проблемы влияния изменения климата на лесные экосистемы в Украине достаточно детально изучены вопросы, связанные с хвоелистогрызущими насекомыми. В.Л. Мешковой [37] разработана фенологическая теория, согласно которой различия в динамике популяций хвоелистогрызущих насекомых объясняются различиями в соотношении темпов и сроков сезонного развития фитофагов и кормовых пород, а также энтомофагов и фитофагов, что, в свою очередь, определяется соотношением сроков и темпов прогревания воздуха и оттаивания почвы весной. В этом отношении лесные насекомые служат хорошим индикатором изменения климата, и исследование

динамики их развития имеет важное теоретическое и практическое значение. К основным факторам, влияющим на развитие хвоелистогрызущих насекомых при изменении климата относятся:

- изменение выживаемости хвоелистогрызущих насекомых (может произойти в результате прямого воздействия изменившихся погодных условий, увеличения или уменьшения продолжительности периода с оптимальной температурой, частоты поздних весенних или ранних осенних заморозков, вследствие изменения жизнеспособности кормовых растений и энтомофагов, конкуренции с другими видами за корм и места обитания);

- изменение условий питания личинок (под действием изменений климата меняется жизнеспособность особей, темпы развития и репродуктивный потенциал);

- изменение границ ареалов (как следствие изменения условий зимовки, жаркого периода, повышения выживаемости насекомых в результате развития в более ранние сроки или вследствие уменьшения действия регулирующих абиотических или биотических факторов, отсутствия кормовых растений в пределах прежнего ареала, нарушения синхронности развития с кормовыми растениями);

- изменение сезонного развития насекомых (из-за изменения продолжительности вегетационного периода);

- изменение уровня устойчивости дендрофлоры к повреждениям насекомыми (изменение уровня вредоносности насекомых).

Изучение воздействия эффектов изменения климата на лесные ресурсы Украины проводилось с помощью модели Европейского института леса EFISCEN. Эта модель дает возможность изучать развитие лесных ресурсов в виде распределения насаждений по классам возраста, запаса и прироста, а также позволяет учитывать параметры влияния на них лесохозяйственных мероприятий и изменений окружающей среды в терминах изменения прироста насаждений. Расчет изменений прироста проводился на основании национальных данных мониторинга лесов, полученных на сети стационаров первого уровня в соответствии с методикой международной совместной программы по оценке и мониторингу воздействия загрязнения воздуха на леса (UN/ECE ICP Forests) и европейской сети стационаров интенсивного мониторинга лесов (EU-EUROFLUX) [54]. При этом учитывались сценарии изменения климата, полученные на основании шести различных моделей, которые тестировались на 13 экспериментальных участках в разных странах Европы (в рамках проекта LTEEF-II). По этим сценариям изменения климата для лесов Украины прогнозируются подобно тем, которые описаны выше для моделей GISS и UKMO.

Сценарный анализ и прогнозирование динамики лесных ресурсов проводился для стабильных климатических условий и для условий изменения климата [16, 17, 20, 56]. Базовая информация характеризовала леса страны по состоянию на 01.01.1996 г., будущее состояние лесов и возможные уровни рубок моделировались на период до 2050 г. Результаты моделирования показали, что при сохранении уровня рубок в рамках существующей системы ведения лесного хозяйства к 2050 г. из-за изменения возрастной структуры лесов ежегодные объемы лесозаготовок могут составить около 11 млн

м³ в год. Если режимы рубок будут адаптированы к изменениям климата и будут направлены на многофункциональное лесопользование, то к 2050 г. ежегодные объемы устойчивых лесозаготовок смогут достичь 22 млн м³ в год за счет более эффективного использования прироста.

Оценка последствий реализации разных сценариев изменения климата показала, что наиболее неблагоприятные для лесного хозяйства Украины изменения ожидаются при реализации сценария по модели GFDL, а наиболее благоприятной будет реализация сценария по моделям GISS и UKMO. В качестве вариантов адаптационных стратегий в лесном секторе при изменении климата рекомендуются следующие меры [18]:

- 1. Лесохозяйственные:** усиление охраны лесов от пожаров; усиление мероприятий по защите леса от вредителей и болезней; интродукция устойчивых пород, обеспечивающих наибольшую продуктивность в складывающихся климатических условиях;
- 2. Научно-технические:** развитие методов диагностики и прогнозирования состояния лесов; улучшение системы информационной поддержки принятия решений по ведению лесного хозяйства; развитие научно-методической базы работ по защите леса от вредителей и болезней; расширение исследовательских работ по селекции и интродукции лесных пород, устойчивых к ожидаемым изменениям климата;
- 3. Правовые и административные:** разработка нормативных документов, определяющих систему ведения лесного хозяйства с учетом эффектов изменения климата; повышение ответственности лесопользователей за сохранность лесов; создание системы стимулов для поддержки лесохозяйственной деятельности, направленной на обеспечение выполнения лесами социально и экологически значимых функций;
- 4. Финансовые:** создание страховых и резервных фондов, для компенсации затрат по поддержанию лесохозяйственной деятельности в условиях изменения климата.

Принципиально важно, чтобы адаптационные стратегии основывались на принципах устойчивого ведения лесного хозяйства. Для внедрения принципов устойчивого ведения лесного хозяйства в практическую деятельность необходимо проводить обучение персонала и поддерживать системы устойчивого лесопользования. В качестве практического инструмента для этого могут служить системы сертификации лесов [7].

Как свидетельствуют результаты исследований, проведенных в разных странах, лесная биомасса и почвы содержат около 50 % общего углерода в наземных экосистемах, при этом леса в настоящее время поглощают немного больше четверти от общего количества антропогенных выбросов, что является одной из важных экосистемных услуг в контексте изменения климата [59]. В Украине соотношение между антропогенными выбросами и поглощением лесами ПГ заметно отличается от среднестатистических мировых показателей – леса Украины за период с 1990 по 2008 гг. поглощали в среднем меньше 10 % от общего количества антропогенных выбросов, что связано со значительными объемами выбросов ПГ в стране и

низким уровнем лесистости – всего 15,7 % территории Украины покрыто лесами (почти в 3 раза меньше, чем средний уровень лесистости Европы).

Поскольку поглощение лесами ПГ является одним из важнейших способов снижения содержания ПГ в атмосфере и достижения целей РКИК ООН и КП, в Украине в последние годы расширяются исследования по этому направлению. На основании принципов системного подхода разработаны теоретические основы и система нормативно-информационного обеспечения для оценки надземных компонентов фитомассы лесов [35], разработаны математические модели и алгоритмы для инвентаризации ПГ и прогнозирования баланса углерода на основе современных информационных технологий [29]. Научно-методические и практические вопросы, связанные с инвентаризацией ПГ в лесном хозяйстве и землепользовании изложены в ряде работ [10, 12, 21, 30, 39, 40, 41, 28, 49].

Перспективным для Украины направлением деятельности по выполнению РКИК ООН и КП является деятельность по лесоразведению и лесовосстановлению. Исторически сложилось так, что сегодня Украина имеет значительный потенциал для проведения проектов совместного осуществления в лесном хозяйстве [8, 14, 15, 19, 55, 53]. Для Украины, как одной из наименее лесистых стран Европы, важным приоритетом является повышение уровня лесистости ее территории. Удельный вес лесных земель в разных природных зонах страны варьирует от 3,9 до 51 %, однако ни в одной из природных зон он не достигает оптимального уровня, т.е. такого, при котором лес наиболее эффективно влияет на климат, почвы, качество вод, обеспечивая общество необходимыми ресурсами древесной и недревесной продукции. Согласно расчетов УкрНИИЛХА, оптимальная лесистость в среднем для Украины составляет 20 %. Для достижения такого уровня лесистости нужно создать около 2,5 млн га новых лесов. По данным Украинской Академии аграрных наук, около 10 млн га земель должны быть переведены из пашни и переданы под облесение и залужение по эколого-экономическим соображениям [13].

Государственной целевой программой "Леса Украины 2010-2015 гг." предусмотрено создание новых лесов на площади около 430 тыс. га. По предварительным расчетам, новые леса к 2015 г. будут содержать около 1,5 млн т углерода [11].

При поддержке "Инициативы по вопросам изменения климата" для специалистов лесного хозяйства были разработаны учебно-тренировочные программы и методические материалы по подготовке проектов, направленных на увеличение объемов поглощения ПГ при лесохозяйственной деятельности. Были проведены семинары в разных регионах страны, на которых местные специалисты совместно с национальными и международными экспертами идентифицировали потенциальные проекты по лесоразведению в форматах, согласованных с требованиями к проектам совместного осуществления КП [33, 34]. Первые практические работы по лесоразведению и лесовосстановлению с целью поглощения ПГ были проведены в рамках подготовки и разработки проекта Биокарбонового фонда "Создание защитных лесных насаждений на загрязненных радионуклидами землях в условиях Полесья Украины"

[44]. В лесной зоне Украины (Полесье) на загрязненных радионуклидами землях Киевской и Житомирской областей были созданы углероддепонирующие насаждения на площади около 4,4 тыс. га.

Результаты специальных исследований свидетельствуют, что создание новых лесов в Украине, особенно в лесостепной зоне, является эффективным и низкзатратным способом поглощения углерода. Сравнительно низкие расходы на создание новых лесов в Украине и благоприятные природные условия для их роста и развития создают привлекательные перспективы для реализации проектов по поглощению углерода в лесном хозяйстве страны [58]. Украина имеет значительный потенциал для проведения лесохозяйственных мероприятий, направленных на смягчение изменения климата и этот потенциал может быть реализован при сравнительно невысоких издержках [57].

Выводы. Анализ результатов исследований, проведенных по проблеме влияния изменения климата на лесное хозяйство Украины, показывает, что предварительные оценки эффектов воздействия получены преимущественно в результате пилотных исследований, с помощью различных методов и моделей, которые не всегда были адаптированы и верифицированы для условий Украины. Поскольку в исследованиях преимущественно использовались данные о всех лесах страны по состоянию на 01.01.1996 г., актуальность полученных результатов к настоящему времени снижается.

Вместе с тем, проведенные исследования позволили разработать ряд методов, подходов и моделей, позволяющих существенно улучшить качество оценок воздействия климата на леса, и создали хорошие предпосылки для более детального изучения эффектов воздействия климата в лесном хозяйстве Украины. В настоящее время существуют необходимость и возможности для проведения исследований по воздействию изменения климата на новом методическом уровне, с использованием новых научных и статистических данных, моделей, знаний и опыта, полученных в предыдущие годы.

К настоящему времени нет комплексной программы научных исследований по вопросам воздействия изменения климата на лесные экосистемы и лесное хозяйство Украины. Отдельные работы по этой проблеме недостаточно скоординированы между собой и слабо связаны с исследованиями, которые проводятся на международном уровне. Необходима комплексная программа изучения воздействия изменения климата на лесные экосистемы и лесное хозяйство Украины, в которой должны быть определены приоритетные направления исследований, ответственные исполнители и источники финансирования работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаменко Т. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату // *Агроном.* – К. : ТОВ "Агромедіа", 2007. – № 1. – С. 8-11.
2. Адаменко Т.І. Зміни теплового забезпечення вегетаційного періоду у зв'язку з потеплінням глобального і регіонального клімату в Україні // *Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища* – 2002 : тези доп. до ювілейної

Міжнар. конф., присвяченої 70-річчю утворення Одеського держ. еколог. ун-ту. – Одеса : Вид-во ОДЕУ, 2003. – С. 120-121.

3. Барабаш М.Б. Дослідження змін та коливань опадів на рубежі ХХІ ст. в умовах потепління глобального клімату / М.Б. Барабаш, Т.В. Корж, О.Г. Татарчук // *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту.* – К. : Вид-во УкрНДІГМІ. – 2004. – Вип. 253. – С. 92-102.

4. Барабаш М.Б. Особливості зміни ресурсів тепла та вологи в Україні при сучасному потеплінні клімату / М.Б. Барабаш, Т.В. Корж, О.Г. Татарчук // *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту.* – К. : Вид-во УкрНДІГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 174-186.

5. Бойченко С.Г. Глобальные и региональные колебания (изменения) климата и возможные экологические последствия от них на территории Украины: полумпирические модели, сценарии : автореф. дисс. на соискание ученой степени д-ра геогр. наук: спец. 11.00.09 "Метеорология, климатология, агрометеорология" / С.Г. Бойченко. – Одесса, 2005. – 35 с.

6. Бойченко С.Г. Напівемпіричні моделі та сценарії глобальних і регіональних змін клімату / С.Г. Бойченко. – К. : Вид-во "Наук. думка", 2008. – 309 с.

7. Бондарук Г.В. Сертифікація лісгосподарського підприємства : практ. посібник / Г.В. Бондарук, І.Ф. Букша. – Х. : Вид-во УкрНДІЛГА, КП Друкарня. – 2008. – № 13. – 172 с.

8. Букша І.Ф. Возможности проведения проектов совместного выполнения в лесном хозяйстве Украины / Букша И.Ф., Пастернак В.П. // *Изменение климата и бизнес : тезисы Междунар. конф. по проектам СО в Украине.* – К. : Изд-во "Лыбидь", 2005. – С. 92-93.

9. Букша И.Ф. Сценарный анализ и долгосрочный прогноз динамики лесных ресурсов Украины как источника возобновляемой энергии / Букша И.Ф., Пастернак В.П. // *Wood business.* – 2004. – № 1. – С. 5-7.

10. Букша І.Ф. Інвентаризація парникових газів у секторі землекористування та лісового господарства / І.Ф. Букша, О.В. Бутрим, В.П. Пастернак. – Х. : Вид-во ХНАУ. – 2008. – 232 с.

11. Букша І.Ф. Внесок лісового господарства України у зменшення ризику зміни клімату // *Деякі аспекти глобальної зміни клімату в Україні : Ініціатива з питань зміни клімату.* – К., 2002. – С. 132-148.

12. Букша І.Ф. Інвентаризація та моніторинг парникових газів у лісовому господарстві : монографія / І.Ф. Букша, В.П. Пастернак. – Х. : Вид-во ХНАУ. – 2005. – 125 с.

13. Букша І.Ф. Лісорозведення на землях, що виводяться з інтенсивного обробітку і його внесок у зменшення ризику глобальних змін клімату / І.Ф. Букша, В.П. Пастернак // *Збірник наукових праць Інституту землеробства.* – К., 2003. – № 28. – С. 47-50.

14. Букша І.Ф. Можливості та перспективи реалізації проектів спільного впровадження згідно Кіотського протоколу в лісовому господарстві України / Букша І.Ф., Пастернак В.П. // *Україна – рік після 5-ої Всесвітньої конференції міністрів охорони навколишнього природного середовища "Довкілля для Європи"* : зб. наук. праць Всеукраїнської екологічної конф. – К., 2004. – С. 104-106.

15. Букша І.Ф. Роль лісового господарства у зменшенні ризику змін клімату / Букша І.Ф., Пастернак В.П., Корнієнко В.П. // *Лісовий і мисливський журнал.* – К., 2002. – № 1. – С. 28-29.

16. Букша І.Ф. Сценарне моделювання та прогноз динаміки лісових ресурсів при змінах клімату / Букша І.Ф., Пастернак В.П., Бондарук Г.В. // *Лісівництво і агролісомеліорація.* – Х. : Вид-во "Оригінал". – 2000. – Вип. 98. – С. 44-52.

17. Букша І.Ф. Сценарний аналіз невиснажливого лісокористування при різних режимах управління лісами // *Лісівництво і агролісомеліорація.* – Х. : Вид-во "Оригінал". – 2001. – Вип. 99. – С. 37-41.

18. Букша І.Ф. Україна та глобальний парниковий ефект: вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату / І.Ф. Букша, П.Ф. Гожиж, Ж.Л. Смельянова та ін.

/ за ред. В.В.Васильченка, М.В.Рапцуна. – К. : Вид-во Агентства з раціонального використання енергії та екології, 1998. – 210 с.

19. Букша І.Ф. Потенціал лісового господарства України щодо здійснення проектів спільного впровадження згідно Кіотського протоколу / І.Ф. Букша, В.П. Корнієнко // Інвестиції та зміна клімату: можливості для України : матер. Міжнар. конф., 10-11 липня 2002 р. – К., 2002. – С. 54-57.

20. Букша І.Ф. Прогноз динаміки лісових ресурсів при антропогенних змінах довкілля / І.Ф. Букша, В.П. Пастернак // Науковий вісник Національного аграрного університету : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НАУ. – 2001. – № 39. – С. 157-162.

21. Бутрим О.В. Методологія оцінки викидів і поглинання парникових газів у ґрунтах на землях сільськогосподарського та лісгосподарського призначення / Бутрим О.В., Букша І.Ф., Пастернак В.П. // Вісник Харківського державного аграрного університету ім. В.В.Докучаєва. Сер.: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. – Х. : Вид-во ХДАУ ім. В.В.Докучаєва. – 2008. – № 1. – С. 227-231.

22. Вороб'єв Д.В. Лесотипологическая классификация климатов // Труды Харьковского СХИ. – Х. : Изд-во Харьковского СХИ. – 1960. – С. 235-260.

23. Глобальні зміни клімату: економіко-правові механізми імплементації Кіотського протоколу в Україні / Шевчук В.Я., Іваненко Н.П., Кубланов С.Х. та ін. / за ред. В.Я.Шевчука. – К. : Вид-во "Геопринт", 2005. – 150 с.

24. Дідух Я. Глобальные изменения климата: что делают экологи? // Зеркало недели, № 43 (722). – 15-21 ноября 2008 г.

25. Дідух Я. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії // Вісник Національної академії наук України. – 2009. – № 2. – С. 34-44.

26. Друге національне повідомлення України з питань зміни клімату. – К. : Вид-во "Інтерпрес ЛТД". – 2006. – 80 с.

27. Єремєєв В. Регіональні аспекти глобальної зміни клімату / В. Єремєєв, В. Єфімов // Вісник Національної академії наук України. – 2003. – № 2. – С. 22-26.

28. Іваненко Н.П. Україна та глобальний парниковий ефект: джерела і поглиначі парникових газів / Н.П. Іваненко, М.М. Калетник, М.А. Козелькевич та ін. / за ред. В.В.Васильченка, М.В.Рапцуна. – К. : Вид-во Агентства з раціонального використання енергії та екології, 1997. – 96 с.

29. Інформаційні технології інвентаризації парникових газів та прогнозування вуглецевого балансу України / Бунь Р.А., Густі М.І., Дачук В.С. та ін. / за ред. Р.А.Буня. – Львів : Вид-во Української академії друкарства, 2004. – 376 с.

30. Киптенко Е.Н. Оценка выбросов и поглощения парниковых газов в Украине в секторе "Изменение землепользования и лесное хозяйство" / Е.Н. Киптенко, Т.В. Козленко // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 346-358.

31. Клімат України / за ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – К. : Вид-во "Раєвського", 2003. – 345 с.

32. Кульбида Н. Чем грозит Украине и миру глобальное потепление / Н. Кульбида. – 2003. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.javot.net/virtual/1.htm>.

33. Лакида П.І. Зменшення ризику глобальної зміни клімату шляхом депонування вуглецю при лісорозведенні та лісовідновленні в Україні / П.І. Лакида, І.Ф. Букша, В.П. Пастернак // Науковий вісник Національного аграрного університету : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НАУ, 2004. – № 79. – С. 212-217.

34. Лакида П.І. Перспективи та напрямки діяльності у лісовому господарстві у зв'язку з ратифікацією Україною Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміни клімату / Лакида П.І., Букша І.Ф., Пастернак В.П. // Аграрна наука і освіта. – К. : Вид-во НАУ. – 2004. – Т.5, № 3-4. – С. 116-121.

35. Лакида П.І. Фітомаса лісів України / П.І. Лакида. – Тернопіль : Вид-во "Збруч", 2002. – 256 с.

36. Ліпінський В.М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України / В.М.Ліпінський // Інвестиції та зміна клімату: можливості для України : Міжнар. конф. – К., 10-11 липня 2002 р.: м-ли. – К., 2002. – 177-185.

37. Мешкова В.Л. Сезонное развитие хвоелистогрызущих насекомых / В.Л. Мешкова. – Х. : Вид-во "Планета-принт", 2009. – 396 с.

38. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в лісостепу України. – К. : Вид-во НАУ. – 2004. – 456 с.

39. Пастернак В.П. Методичні підходи до моніторингу динаміки вуглецю у лісових екосистемах / В.П. Пастернак, І.Ф. Букша // Науковий вісник УкрДЛТУ : Менеджмент природних ресурсів, екологічна і лісова політика. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 14.2. – С. 177-181.

40. Пастернак В.П. Можливості оцінки динаміки вуглецю в лісах Харківської області на основі даних моніторингу / Пастернак В.П., Букша І.Ф. // Вісник Харківського НАУ : зб. наук. праць. – Х. : Вид-во ХНАУ. – 2003. – № 2. – С. 135-138.

41. Пастернак В.П. Обґрунтування напрямів діяльності у секторі землекористування та лісового господарства для забезпечення виконання вимог Кіотського протоколу в Україні / Пастернак В.П., Букша І.Ф. // Науковий вісник Національного аграрного університету : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НАУ. – 2007. – Вип. 106. – С. 124-134.

42. Перше національне повідомлення щодо питань зміни клімату. – К. : Вид-во Мінприроди України, АРЕНА-ЕКО. – 1998. – 61 с.

43. Проблеми і стратегія виконання Україною Рамкової конвенції ООН про зміну клімату / Шевчук В.Я., Трофимова І.В., Трофимчук О.М. та ін. / за ред. В.Я.Шевчука. – К. : Вид-во УІНСіР, 2001. – 96 с.

44. Савуцик М.П. Рекомендації зі створення лісових насаджень на забруднених радіонуклідами сільськогосподарських землях полісся для реалізації проекту біокарбонного фонду в Україні / І.Савуцик, М.Попков // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : Лісівництво. Декоративне садівництво. – К. : Вид-во НУБіП України, 2009. – Вип. 135. – С. 131-134.

45. Ситник К. Біосфера і клімат: минуле, сьогодення і майбутнє / К. Ситник, В. Багнюк // Вісник Національної академії наук України. – 2006. – № 9. – С. 3-20.

46. Чорний С.Г. Сучасні зміни клімату на Херсонщині / Натураліст / С.Г. Чорний, Г.І. Тищенко, Н.С. Кувавина. 2002. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.proeco.visti.net/naturalist/ecology/clim.htm>

47. Boichenko S.G. Global warming and its effects over the territory of Ukraine / Boichenko S.G. – Voloschuk V.M., Doroshenko I.A. // Ukrainian Geographical Journal. – 2001. – № 3. – PP. 59-68.

48. Buksha I. Air Pollution and Climate Change Effects on Health of the Ukrainian Forests: Monitoring and Evaluation / Buksha I., Radchenko O., Sidorov A. et. an // Air Pollution and Climate Change Effects on Forests Ecosystems: Abstracts. – Riverside: California, USA. – 1996. – 1 p.

49. Buksha I. Prediction of carbon dynamics in forest ecosystems of Ukraine // Proceeding / Buksha I., Pasternak V. International Scientific Conference "Climate change and forest ecosystems"(22-23 Oct. 2008) Vilnius, Lithuania, Kaunas. – P. 37-41.

50. Buksha I.F. Assessment of Ukrainian Forests Vulnerability to Climate Change // Regional Aspects of Interactions in Non – boreal Eastern Europe. – Springer Science + Business Media B.V. 2009. – P. 143-156.

51. Holmgren, P., Marklund, L-G., Saket, M. & Wilkie, M.L. 2007. Forest Monitoring and Assessment for Climate Change Reporting: Partnerships, Capacity Building and Delivery. Forest Resources Assessment Working Paper 142. FAO, Rome.

52. Kaletnik M.M. Environmental factors and State of Ukrainian forests: Monitoring and Impact Assessment /

Kaletnik M.M., Buksha I.F., Radchenko O.M., Sidorov O.S. Restoration of forests: environmental challenges in Central and Eastern Europe // (proc. of the NATO adv. res. Wshop in Saulberg, Ger. July 1996) (NATO 2/30) Netherlands: Kluwer Academic Publishers. – 1997. – 151-178 pp.

53. Lakyda P.I. Opportunities for fulfilling Joint Implementation projects in forestry in Ukraine / Lakyda P.I., Buksha I.F. and Pasternak V.P. // *Unasylva* 222. – Vol. 56. – 2005/3. – 32-34 pp.

54. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests // United Nations Economic Commission for Europe, Convention on Long-Range Transboundary International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. – Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH). – 2004. – 465 p.

55. Marhesinni B. Joint implementation projects: an opportunity for countries with economy in transition / B. Marhesinni, L. Perugini, S. Zibtsev et al. // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : Лісівництво. Декоративне садівництво.* – К. : Вид-во НУБіП України. – 2009. – Вип. 135. – С. 255-265.

56. Mart-Jan Schelhaas, Igor Buksha, Martin Cerny. – Volodimir Pasternak et al. Scenarios on forest management in Czech Republic, Hungary, Poland and Ukraine // *European Forest Institute Research report* 17. Brill Lieden-Boston. – 2004. – 107 p.

57. Mykola Gusti / How much additional carbon can be stored in forests if economic measures are used and how much could it cost? – Gusti V, Havlik P, Obersteiner M. // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : Лісівництво. Декоративне садівництво.* – К. : Вид-во НУБіП України. – 2009. – Вип. 135. – С. 244-253.

58. Nijnik Maria To sustainability in forestry: The Ukraine's case / Maria Nijnik PhD-thesis. Wageningen: Wageningen University. – 2002. – 156 p.

59. Risto Seppälä, Alexander Buck and Pia Katila. (eds.). 2009. Adaptation of Forests and People to Climate Change. A Global Assessment Report. IUFRO World Series Volume 22. Helsinki. – 224 p.

60. Robert K. Dixon, Joel B. Smith, Sandra Brown, Omar Masera, Luis J. Mata, Igor Buksha Simulations of forest system response and feedbacks to global change: experiences and results from the U.S. Country Studies Program // *Ecological Modelling* 122 (1999) 289-305.

61. Shvidenko A. Non-boreal Forests of Eastern Europe in a Changing World: the Role in the Earth Systems // *Regional Aspects*

of Interactions in Non – boreal Eastern Europe. – Springer Science + Business Media B.V. 2009. – P. 123-133.

62. Sidorov A. GIS in a study of potential climate changes effects on forests / Sidorov A., Radchenko O., Buksha I., Meshkova V // *Proceedings 18th ICA/ACI International Cartographic Conference.* – Stockholm, Sweden. – 1997. – 1541-1548 pp.

63. Trofimova I. Vulnerability and Adaptation Assessments for Ukraine, Article / Trofimova I., Koublanov S., Shmurak E., Buksha I., et. an // *Vulnerability and Adaptation to Climate Change.* □ Kluwer Academic Publishers, the Netherlands.: 1996. – 21 p.

64. Voloschuk V.M. Impact of global warming on annual average intensity of atmospheric precipitations in Ukraine / Voloschuk V.M., Boichenko S.G // *Scientific bulletin of NAS.* – 1998. – № 6. – Kiev, 1998. – PP. 125-130. – in Ukrainian.

I. F. Buksha

CLIMATE CHANGE AND FORESTRY OF UKRAINE

Projections and scenarios of climate change in Ukraine, climate change impact assessment in forestry, adaptation strategies and priorities for climate change investigations in Ukrainian forestry are reviewed. It is shown that the preliminary estimations of effects of influence are received mainly as a result of pilot research by different methods and models which not always were adapted and verified for the conditions of Ukraine. Because in the research mainly was used data about all of the country forests as stated on 01.01.1996, actuality of the results gets lower impact nowadays. Nevertheless, the conducted research allowed to develop number of methods, approaches and models, allowing substantially improve the quality of estimations of climate influence on the forests, and created good pre-conditions for more detailed study of effects of climate influence on forestry of Ukraine. Presently there is a necessity and possibilities for conducting research on influence of climate change at a new methodological level, with the use of new scientific and statistical information, models, knowledge and experience collected in previous years.

Key words: forest, Ukrainian forestry, climate change scenarios, greenhouse gases, financial incomes in forestry sector, sustainable forestry.

