

Нов бонитетен модел за белоборовите* култури у нас: взаимодействие между особеностите на антропогенния им произход и климатичните промени

Доц. д-р **Татяна СТАНКОВА**, доц. д-р **Ангел ФЕРЕЗЛИЕВ**, ас. **Кристиян КОЛЕВ** –
Институт за гората – БАН

Климатичните промени и тяхното влияние върху растежа

Проявленията на абиотичните фактори, които лимитират разпространението и обуславят развитието на горите, варират от температурни ограничения в бореални и високопланински условия до влажностни ограничения в условията на континентален и средиземноморски климат. Екстремните им прояви водят до все по-мощни щети и дори до бедствия като снеговали и ветровали, снеголоми, ветроломи и ледоломи, пожари, наводнения и суши. Неблагоприятното въздействие на екстремумите създава предпоставки за съхнене, развитие на гъбни патогени и нападения от насекоми. През ХХI век ставаме свидетели на все по-чести и мощни явления от подобен тип, отколкото са били наблюдавани през последните няколко десетилетия години.

Данните в световен мащаб показват увеличаване на температурата с около 0.7°C през ХХ век, а прогнозираното затопляне към 2100 г., според глобалните климатични модели, е 1 – 5.7°C (IPPC, 2021). Измененията на климата, свързани с глобалното затопляне, повлияват растителните съобщества на сушата в две основни посоки: върху зоните на тяхното разпространение и върху хода, скоростта и продължителността на техния растеж. Промените в разпространението на дървесните видове във връзка с климатичните изменения отдавна са предмет на изследвания и прогнози. В свои публикации Раев и колектив (2015) и Александров и Тончев (2021) използват индекса на засушаване на Де Мартон за класифициране на горските територии според тяхната уязвимост, а Панайотов и колектив публикуват през 2021 г. резултати за бъдещото разпространение на основните дървесни видове на територията на ЮЗДП в съот-

ветствие с различни климатични сценарии, получени чрез прилагане на модели за екологичните ниши на видовете.

Макар че горските екосистеми са изложени на климатични промени в продължение на повече от 100 години, последиците върху растежа им все още остават неуловими. Информация за условията на Централна Европа, представена от Pretzsch и колектив през 2014 г., показва, че през периода 1900 – 2010 г. продължителността на вегетационния период там е нараснала с 22 дена. Учените установяват, че обикновеният смърч (*Picea abies* (L.) Karst.) и обикновеният бук (*Fagus sylvatica* L.) като основни лесообразуватели в този географски район показват значимо по-бърз растеж в сравнение с 1960 г. и той достига кулминация по-рано. Те заключават, че ускореното развитие се дължи на по-голяма наличност на ресурси, свързана най-вече с повишена температура и удължен период на вегетация. Докато за условията на Централна и Северна Европа се докладва за ускоряване на растежа, резултатите от други части на света (например Чили, Канада) не са така категорични и еднопосочни. Проучване върху полупустинните гори на Централна Азия на Liu и колектив от 2013 г. убеждава, че от 1994 г. насам там е налице постоянно и засилващо се намаляване на растежа поради недостига на атмосферна влага. Wu и колектив съобщават през 2012 г. за драматичен спад и в растежа на преходните между широколистните и бореалните гори в Южен Сибир през последните 80 години, като причините за това се търсят в ниското съдържание на почвена влага в началото на вегетационния период.

Известно е, че производителността на насаждения от даден дървесен вид на конкретно месторастене се характери-

зира чрез неговия бонитет. В световен мащаб най-широко използваният бонитировъчен показател е височината (средна или доминираща) на дървостоя, като бонитетът се дефинира чрез стойността ѝ към избрана референтна възраст (например 100 г.), т.е. бонитетът се свързва с растежа по височина. За определяне на бонитета на белоборовите култури у нас понастоящем се използва таблицата на Кръстанов и колектив (1982), която се основава на растежа по средна височина. В монография от 2018 г. – „Иглолистните култури в България, създадени извън естествения им ареал“ (Гр. Попов, Г. Костов, Ив. Марков, Й. Додев, Д. Георгиева), се прави съпоставка на бонитетната таблица на културите от бял бор с действителното му разпределение по височина и възраст, определено по таксационните описания. Установява се, че близо 1/3 от насажденията не са обхванати от таблицата и са отнесени към най-близката крива, под която попадат – тази на IV бонитет. Като се вземе предвид и ограниченият възрастов диапазон на изходните експериментални данни за създаване на таблицата (до 50 г.), се налага изводът, че понастоящем тази бонитетна таблица не е достатъчно адекватна за използване в практиката. За разработването на тази, както и на останалите бонитетни таблици у нас са използвани графико-статистически методи и данни от временни пробни площи, като единствено данните от стъблените анализи дават информация за динамиката на растеж във времето, но на отделни (средни или доминиращи към датата на пробовземане) дървета.

Постоянни пробни площи и използването им

За целите на лесоустройството, за изучаване на растежа и производителността

* Редакцията възприема изписването **белоборови**, въпреки че в лесовъдската литература, включително в други публикации на авторите, се използва вариантът **бялборови**.



Моменти от теренните изследвания в постоянни пробни площи в белоборови култури през 2022 г.

на насажденията и влиянието на стопанските дейности върху тях от 70-те години на миналия век насам у нас се залагат постоянни пробни площи в различни по състав и възраст горски насаждения. Те се инвентаризират през 10 – 15-годишни интервали и данните от измерванията се съхраняват в приложенията към предходните и настоящите лесоустройствени планове. Събираната информация обхваща данни за месторастенето и за насаждението, като всяка опитна площ е залагана с 1 до 3 клетки, най-често 2 – една контролна и една експериментална. Изследват се растежът, производителността и прирастът на насажденията, а в експерименталните клетки обикновено се извеждат сечи с различна интензивност и повтораемост и в съпоставка с контролните клетки се анализира ефектът от приложеното стопанисване. Залагането на постоянни пробни площи в белоборовите култури у нас датира от 1967 г., а най-новите от тях са заложени през 2012 – 2013 година. Понастоящем има данни от измервания в 38 постоян-

ни пробни площи в култури от бял бор на територията на страната, като част от тези опитни площи вече са закрити.

Проследихме динамиката на бонитетите между две последователни инвентаризации на пробни площи в белоборови култури до 50-годишна възраст (предвид ограничението на бонитетната таблица). Анализът показва, че както при неотгледаните (контролни) клетки, така и в стопанисваните (експериментални) в едва 1/2 от изследваните случаи бонитетът не се е променил при последваща инвентаризация. При контролните клетки в сравнително малък процент на културите до 40 г. (3.0 %) бонитетът се е повишил с една степен, което е валидно за съществено по-голям брой (24.4 %) опити при културите над 40 години. Значително повече са клетките с понижаване на бонитета с една степен. Това се наблюдава при 30.3 % и при 26.8 % под и съответно над 40 години. При сравнително малко клетки (6.1 %, и то на възраст само под 40 г.) бонитетът се е увеличил с две степени. Наблюдава се и понижаване с две степени за 18.2 % и 2.4 %

съответно под и над 40 години. За стопанисваните (експериментални) клетки повишаване на бонитета с една степен за разглежданите възрастови периоди се установява за съответно 25 % от клетките до 40 г. и 20 % – от клетките над тази възраст. Понижаване с една степен е констатирано в малка степен (за 20 % от клетките над 40-годишна възраст). От друга страна, в 25 % от опитите до 40 г. е отчетено повишаване на бонитета с две степени.

Направеното обобщение потвърждава, че бонитетът на белоборовите култури е променлив във времето показател, повлиян както от стопанисването им, така и от условията на месторастене, климатичните флуктуации и произхода на посадъчния материал. Ето защо неговата оценка би била най-адекватна, ако за целта бъде използван динамичен растежен модел, разработен с данни от повтарящи се във времето измервания на дървостойките, каквито са събираните в постоянните пробни площи.

Нов бонитетен модел за културите от бял бор

В рамките на първия етап на научно-изследователски проект на екип от Института за гората – БАН, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ (<https://climgyt.wordpress.com/>), Станкова и колектив разработиха и публикуваха през 2024 г. динамичен модел, който прогнозира растежа по доминираща височина и позволява изчисляването на абсолютния бонитет на белоборовите култури у нас чрез данните за доминиращата височина и възрастта към момента. Доминиращата височина е дефинирана като средната височина на 100-те най-дебели дървета на хектар, но за определянето ѝ като функция от средния диаметър, средната височина и доминиращия диаметър може да послужи и изведена за целта зависимост, представена в публикация на Станкова и колектив от 2022 година.

Данните, използвани за разработване на бонитетния модел, са събрани в общо 73 клетки, всяка с размер от 400 до 2000 м², на 38-те постоянни пробни

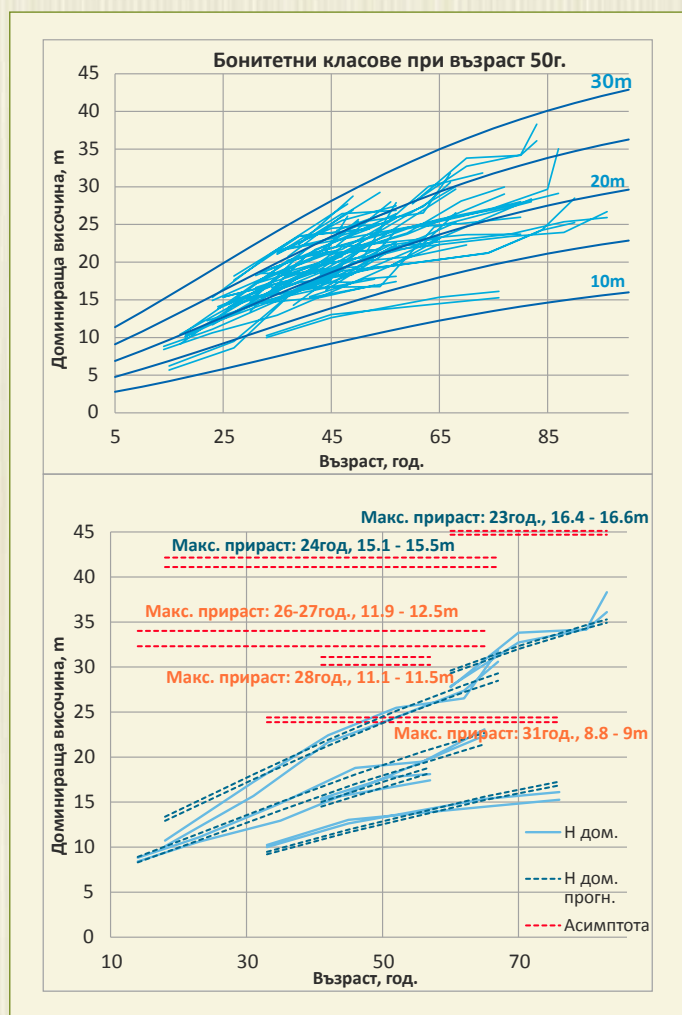
площи (ППП). Пробните площи са заложени при надморска височина в диапазона от 270 до 1600 м, географска ширина от 41°19'53.203" до 43°19'45.932" и географска дължина 22°30'37.955" – 27°26'08.855". Те са инвентаризирани от 2 до 7 пъти при възрасти на културите от 14 до 96 години и максималният период, обхванат от измервания, е 55 години. С изключение на данните от последното измерване от 2022 г. останалите данни са извлечени от приложенията на актуални и архивни лесоустройствени планове на стопанствата, като доминиращата височина за тези предходни инвентаризации е изчислена с гореспоменатата зависимост от средните височина и диаметър. През 2022 г. екипът по проекта извърши частична инвентаризация на 26 от ППП за събиране на допълнителни данни за дървостойките и месторастенията и на прирастни проби за прецизиране на възрастта (*снимките*).

Изведеният бонитетен модел е основан на функцията на Гомперц в динамична (диференчна) функционална форма с 2 коефициента.

Той е полиморфен, т.е. максимумът на прираста по височина се достига при различни възрасти и има различни стойности за различните бонитети. Чрез специфичните максимално достижими стойности за височината в модела намира отражение и широкият обхват от месторастения с различен капацитет, характерен за белоборовите култури у нас. За най-висока точност препоръчваме абсолютният бонитет да бъде определян за референтна възраст в интервала 40 – 60 години (*фигурата*). За допълнително диференциране на бонитетния модел изпитавме класификациите на белоборовите култури според тяхното екосистемно съответствие, предложени в публикации на

Костов от 2014 г. и на Александров и Тончев от 2021 година. Както Попов и колектив (2018) в монографията си установяват, че показателят бонитет не може да се използва при определяне на екосистемното съответствие на иглолистните култури, така и нашето изследване показва, че класификациите по екосистемно съответствие не са уместни за диференциране на бонитетния модел. Този резултат намира обяснение в определението за екологично съответствие, което включва три елемента: производителност, стабилност и естествено възобновяване. Докато бонитетът е директно свързан с първия елемент на екосистемното съответствие и индиректно с втория, неговата оценка няма отношение към способността за естествено възобновяване на белоборовите култури. Бонитетният модел може да бъде допълнително прецизиран, ако единият от двата му коефициента се представи като функция на фактори на средата, свързани със светлината, температурно-влажностния и почвения комплекс. Най-адекватният от изпитаните многофакторни модели сполучливо се съгласува със спецификите на белия бор като дървесен вид: висок бонитет се установява за култури на влажни и хладни месторастения с интензивен приток на светлина (ППП в Държавните горски стопанства в Доспат, Селище, Хисаря и Якоруда – ППП4 в 43я1), нисък бонитет е регистриран на сенчести месторастения (ППП в ДГС – Белово, Славейно и Елешница), а среднобонитетни са топли месторастения с междинен по интензивност светлинен режим (ППП в ДГС – Карнобат, Радомир и Брезник). Все пак е важно да се подчертае, че включването на показателите на околната среда като независими променливи в модела само раздалечава в по-голяма степен кривите на растежа на добре стопанисваните култури с подобрен произход от тези на недобре отглежданите култури с неселекционирани произход на посадъчния материал.

Въздействието на изменението на климата върху растежа на дърветата зависи от много процеси, включително и от способността им да се адаптират към промените в околната среда. Отчита се, че отвъд глобалното покачване на температурите изменението на климата всъщност е сложна комбинация от промени в честотата и интензивността на широк спектър от фактори. Изменението на климата, наложено пряко или непряко на природните екосистеми от човешката дейност, се осъществява и в



Фиг. Бонитетен модел за белоборовите култури у нас

комбинация със загуба и фрагментация на местообитания, загуба на почва, замърсяване, интродукция на екзотични видове и т.н. Освен това много видове (растения, животни, микроорганизми), които се различават по своята чувствителност и адаптивност към промените в околната среда, се срещат съвместно и взаимодействат помежду си, което води до сложна мрежа от реакции и непредвидимост на последствията. Белилов и колектив от Института за гората – БАН, например установяват, че през 2022 г. боровата процесия е преодолела естествената бариера за нейното разпространение в Северна България – Стара планина, което се обяснява с благоприятно високите зимни температури през предходните години (минимална температура над -16°C) и биологичната особеност на вредителя – диапаузата, при която част от какавидите остават в почвата няколко години. В същото време затихването на каламитета на върховия корояд по белия бор през 2018 г. се отдава на аномално високите температури и развитието на трета генерация през есенно-зимния период на 2017 г., довела до висока смъртност и начало на депресия на вредителя през 2018 г., както сочи публикация на Белилов и Георгиев от 2020 година. Във връзка с това не бихме се ангажирали с прогнози за тенденциите в растежа на белия бор (нарастване или намаляване), прилагайки глобалните климатични модели, които предполагат екстраполации по отношение на условията на растежната среда. В разширено изследване на засушаването през периода 1982 – 1994 г., осъществено от Раев и колектив през 2003 г., авторите наричат този период „Съвременен аналог на климатичните промени“, като се позовават на очакваното сходство на ефекта му върху природните ресурси и обществото. Ето защо ние оценихме надеждността на новоразработения бонитетен модел, като разделихме данните от XX и от XXI век и ги използвахме последователно за апроксимиране и за валидиране на изведената зависимост. Резултатът за точността на модела е окуражаващ и налага извода, че тенденцията на растежа на белоборовите култури от втората половина на XX век се поддържа при климатичните условия на XXI век досега, илюстрирайки адаптивния потенциал на насажденията в условията на глобално затопляне, в границите на изследваните условия на месторастене.