



**ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ
„ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ”**

**БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА: „ЗООЛОГИЯ”**



Полина Димитрова Христова

**ГНЕЗДОВА ОРНИТОФАУНА НА ФРАГМЕНТИТЕ ОТ РАВНИННИ ГОРИ В
ЗАПАДНА ГОРНОТРАКИЙСКА НИЗИНА**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд

За присъждане на образователна и научна степен

„доктор“

Област на висше образование:	4. Природни науки, математика и информатика
Професионално направление:	4.3. Биологически науки
Докторска програма:	Зоология

Научни ръководители:
доц. д-р Христо Димитров
доц. д-р Георги Попгеоргиев

Пловдив, 2024

Дисертационният труд съдържа 132 страници и включва: 20 таблици, 16 фигури, 19 приложения и 201 литературни източника, от които 23 на кирилица и 178 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден и предложен за публична защита на разширено заседание на катедра „Зоология“, Биологически факултет при ПУ „Паисий Хилендарски“.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 19.04.20224 г. от 11:00 часа в 15 аудитория на Биологическия факултет при ПУ „Паисий Хилендарски“, ул. „Тодор Самодумов“ No 2.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в катедра „Зоология“ и в библиотеката на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Списък на използваните съкращения:

Съкращения/Термин	Описание
Фрагментация	Транформация на големи местообитания на отделни фрагменти с по-малка площ, отдалечени един от друг в матрица от местообитания, различни от естествените.
Горски фрагмент	Горско местообитание с нарушена цялост.
Дължина на ръба	Периметър на фрагмента (m).
Вътрешност на гората	Зоната на разстояние по-голямо от 100 m от края на гората.
GLMM	Генерализиран линеен миксиран модел.
df	Функция на детекция (detection function).
AIC	Информационен критерий на Акайк.
Fi	Индекс на честота на срещане.

Увод

Дългата история на експлоатацията на горските екосистеми в Европа е променила в значителна степен естествения им облик (WELZHOLZ & JOHANN, 2007), като едва около 2% от горските екосистеми се смятат за първични (естествени) (FOREST EUROPE, 2020). Съвременните гори са формирани под влиянието на горскостопанските практики (VASIC ET AL., 2009), процесите на разширяване на селищата и увеличаването на земеделските площи, при които се усвояват горски територии. Тези процеси са в основата на загубата, деградацията и фрагментацията на естествените екосистеми в световен мащаб (HANSKI ET AL., 1996, JACKSON & FAHRIG, 2013, VIEIRA DE MATOS ET AL., 2018; YABUNARA ET AL., 2019). В много части на света земеделските територии са доминиращи, а горите представляват островни местообитания в селскостопанската матрица (NAMKOONG & KOSHU, 2008). Интензивното горско стопанство е създадо местообитания с различна възраст и структура (HANSKI ET AL., 1996). Голяма част от птиците са привързани към горските екосистеми и техните съобщества се изменят под влияние на антропогенните въздействия. Промените могат да бъдат свързани както с намаляване, така и с увеличаване на видовете (CARNUS ET AL., 2006), което зависи до голяма степен от структурата на растителността.

Редица проучвания се фокусират върху идентифицирането на факторите на средата, свързани с оформянето на структурите и числеността на популациите на птиците, в отговор на антропогенния натиск (PARKER ET AL., 2022). Този натиск обикновено е най-силно изразен в урбанизирани територии, където естествените местообитания бързо се трансформират за нуждите на селското, горското стопанство и други отрасли (FERNÁNDEZ-JURICIC, 2004). Плътноста, разнообразието, числеността на птиците в горските местообитания са едни от най-честите параметри на проучване, за да се установи как промените в условията на средата им повлияват (BROWN, 1984; DIAZ, 2006; DOMOKOS & DOMOKOS, 2016; BERGNER ET AL., 2015; BERGNER ET AL., 2018).

Фрагментите от гори в Тракийската низина представляват островни местообитания и са убежище за голямо разнообразие от птици в матрицата от земеделски земи. Настоящото изследване има за цел да разшири познанията за видовия състав и разпространението на птиците в равнинните гори от Западната Горнотракийска низина, както и да изследва факторите на средата, които оказват влияние при формиране на орнитоценозите.

Литературен преглед

Приблизително 75% от всички видове птици са свързани с горските екосистеми (STRATFORD & SEKERCIOGLU, 2015). Птиците имат разнообразни изисквания по отношение на структурните характеристики на местообитанията във връзка с намирането на места за гнездене и хранителни ресурси (BEASON ET AL., 2023). Отделните видове и техните популации имат различна роля във функционирането на горските екосистеми и се приемат като индикатор за състоянието им (SEKERCIOGLU ET AL., 2004; SEKERCIOGLU, 2006; BALAZ & BALAZOVA, 2012; WESOŁOWSKI ET AL., 2022). Видовото разнообразие на орнитоценозите се използва най-често за оценка на състоянието на горите (KRAUS & KRUMM, 2013; GAO ET AL., 2015). Обилието на определени групи птици е критерий при сравняването на качеството и произхода на местообитанието (CARO, 2010). Видовото разнообразие в широколистни равнинни гори предизвиква интерес по отношение на разликите в структурите на орнитоценозите в стопанисвани и нестопанисвани гори (LOPES ET AL., 2015; BERGNER ET AL., 2018; SOMMER & FISCHNER, 2023), в гори с различен дървесен състав (DOMOKOS & DOMOKOS, 2016), крайречни горски местообитания (MACHAR, 2012, MACHAR ET AL., 2019).

Горите в Западната Горнотракийска низина са представени от изолирани и силно трансформирани фрагменти, разположени в матрица от земеделски площи, покриващи едва около 4% от територията (NAM ET AL., 2022). Подобни островни местообитания (MATTHEWS & TRIANTIS, 2021) са убежище за голямо разнообразие от птици. Въпреки историческите промени и интензивните стопански практики, видовото богатство в горите от Западната Горнотракийска низина е значително и съобществата са съставени от различни екологични групи птици (БОЕВ И КОЛ., 1964). Разнообразието на орнитоценозите оформя горите в низината като сложна и динамична система и предоставя добра възможност за изучаването на ефектите от фрагментацията и антропогенното влияние върху структурата, разнообразието и разпространението на птиците (FANRIG, 2003).

Обстойни сведения за горските видове птици в Горнотракийската низина, спрямо предпочитанията им към различните типове местообитания, намираме във „Фауна на Тракия – Птиците на Тракия (БОЕВ И КОЛ., 1964). Преглед на видовия състав намираме в научно-популярните статии на HRISTOVICH (1890, 1892), REISER (1894), JORDANS (1940) и BALAT (1962), а ПАТЕВ (1950) предоставя данни за разпространението на видовете в низината, въпреки че не са базирани на конкретни проучвания. Информация за видовете и тяхното разпространение намираме и в трите тома Фауна на България (SIMEONOV ET AL., 1990, NANKINOV ET AL., 1997, IVANOV, 2011), както и в Атласа на гнездящите птици в България (IANKOV 2007). Данни за

разпространението на някои от изследваните видове намираме в изследванията на DEMERDZHIEV & STOYCHEV (2008) и IGNATOV & POPGEORGIEV (2021). Цялостно проучване на орнитофауната в различни типове местообитания в горски екосистеми, намираме в работата на ПЕТРОВ (1982).

Влияние на структурата и състава на горите върху видовото богатство и обилието на птиците

Важен въпрос при изучаване на връзките между видовете и тяхната среда е качеството на наличната биологична информация, и в частност описанието на характеристиките на изследваното местообитание (DIVISEK ET AL., 2014). Промените в структурата на гората могат да окажат както позитивен, така и негативен ефект върху горските видове птици, в зависимост от техните предпочитания към местообитание (STRATFORD & ŞEKERCIOĞLU, 2015; LESO, 2019). Повечето от горските видове птици използват сравнително малка площ по време на гнездовия сезон, поради което изучаването на влиянието на средата е подходящо и на местно ниво (MAG & ODOR, 2015).

През последните години проучванията, засягащи влиянието на структурните характеристики на местообитанието върху птиците и техните съобщества в Европа се задълбочават. Като важни фактори за горските видове птици се определят дървесните видове (ONODI ET AL., 2021; KEBRLE ET AL. 2021), възраст на гората (PROBST ET AL., 1992) и хетерогенната растителна структура (BERGNER ET AL., 2015; PIESNIK ET AL., 2022; KAMENIAR ET AL., 2023).

Влиянието на възрастта на гората върху съобществата от птици се изразява основно като положителна връзка между параметрите характеризиращи орнитоценозите и възрастовия клас на гората. Известно е, че старите гори имат по-сложна структура от по-младите (SHOCHAT ET AL., 2001; LAIOLO, 2002) и съставът на орнитоценозите се различава в този смисъл (PROBST, 1992). Предпочитанията на някои видове птиците към по-стари гори е резултат от покритието на дървесния етаж (KOIVULA ET AL., 2017), диаметъра на дърветата (MAG & ODOR, 2015), броя на старите дървета (SIKORA, 2021) и мъртвата дървесина. Наличието на стари дървета и мъртва дървесина (стояща и легнала) предоставят по-богат хранителен ресурс и подходящи гнездови местообитания за хралупогнездящи видове (DIAZ, 2006), и наличието им засяга много от горските видове птици (HEIDRICH ET AL., 2020). Последни проучвания, които изучават специфичните отговори на видовете във връзка с характеристиките на местообитанията показват, че структурата и състава на растителността в горите са от еднакво значение при оценяването на разпространението на горски видове (SLATKI & KRALJ, 2020).

България проучванията, засягащи влиянието на структурните характеристики на местообитанията обхващат основно отделни видове, като

полубеловратата мухоловка (*Ficedula semitorquata*) (GEORGIEV ET AL., 2018) и високопланински видове нощни грабливи птици (NIKOLOV ET AL. 2022).

Влияние на стопанските практики

Горскостопанските практики са от значение за видовото разнообразие (VASIK ET AL., 2009), като през последните години площта на горските насаждения се увеличава и това води до необходимостта от повече яснота за степента, в която могат да поддържат горски видове птици (BESKARDES ET AL., 2017). Съвременните горскостопански практики са довели до създаването на мозайки от местообитания със значително редуцирана пропорция на зрелите гори в ландшафта (RAIVIO & HAALA, 1990; BATTISTI, 2018).

Разнообразието на птиците обикновено е пряко свързано със сукцесионните стадии на горските екосистеми и се различава в различните етапи. Проучванията на орнитоценози в гори с вторичната сукцесия показват припокриваща се замяна на видовете птици по градиентите на отгледната възраст (MORGAN & FREEDMAN, 1986). Плътността на популациите и състава на съобществата варират с промяната във възрастта на издънковите насаждения, като горските видове се увеличават с увеличаването на възрастта (PROBST ET AL., 1992; CONNER & DICKSON, 1997; BESKARDES ET AL., 2017). Въпреки това, началните етапи на гората могат да имат опростена растителна структура, така че разнообразието на птиците може временно да намалее или дори да достигне пик в по-ранните етапи. Това е следствие от смяната на видовия състав, обусловена от различните условия през различните възрасти на гората. В по-младите насаждения видовете имат по-равномерно разпределение, като вероятно видовото богатство е ограничено от слабо представената етажност и опростената структура (PROBST ET AL., 1992). В по-късните етапи на регенерация броят на видовете птици се увеличава с вертикалната сложност на растителността и неравномерността или хоризонталната хетерогенност. Разнообразието във вертикалната структура и отворените площи в гората могат да повлияят популациите на птици, създавайки по-голям брой потенциални екологични ниши и увеличаване на видовото разнообразие (BESKARDES ET AL., 2017; SIKORA, 2021).

Насажденията, които се отглеждат основно за нуждите на дърводобива, имат структурата на монокултури с еднородна възраст, равномерно разположение и голяма плътност (PEDLEY ET AL., 2019). Тези характеристики водят до опростена вертикална структура, редуцирана тревна и храстова растителност, което от своя страна ограничава хранителните ресурси, гнездовия успех и наличието на места за гнездене и укрития от хищници. В резултат, орнитоценозите обедняват и имат по-малко разнообразие (PEDLEY ET AL., 2019).

Влияние на фрагментите от равнинни гори върху птиците

Водеща причина за фрагментацията на горски местообитания в световен мащаб е разширяването на земеделските площи (JACKSON & FAHRIG 2013), като това може да има смесен ефект за биоразнообразието и в частност птиците. Въпреки че негативния ефект от фрагментацията е добре документиран и изучен, изолираните горски фрагменти могат да бъдат важно местообитание в силно експлоатирания и беден на видове ландшафт (FISCHER ET AL., 2011; MULLER 2020).

Докато последствията от загубата на местообитания имат негативен ефект (HANSKI, 2011), фрагментацията може да има както негативен, така и позитивен ефект (FAHRIG, 2003; JACKSON & FAHRIG, 2013). Терминът фрагментация се използва в случаите на „трансформация на големи местообитания на отделни фрагменти с по-малка площ, отдалечени един от друг в матрица от местообитания, различни от естествените“. Най-общо, ефектът от фрагментацията може да се изрази в деградация на качеството на местообитанието, намаляване на неговата абсолютна площ, разделяне на отделните фрагменти чрез антропогенна матрица (напр. пасища, земеделски площи, селища) и повишена интензивност на ефекта на рѣба (ANDREN 1994; FAHRIG, 2003; ARRIAGA-WEISS ET AL. 2007; STRATFORD & SEKERCIOGLU, 2015).

Фрагментацията и влиянието, което оказва върху биоразнообразието са фокус на голям брой проучвания (LYNCH & WHIGHAM, 1984; OPDAM ET AL., 1985; SNOCHAT ET AL., 2002; PRUGNA ET AL., 2008; HADDAD ET AL., 2015; DALE, 2019). Ефектът, който оказва върху птиците и техните съобщества е комплексен и видово специфичен (GEORGE & DAVID, 2002; VERGA ET AL., 2017; HOFMEISTER ET AL., 2017; VIEIRA DE MATOS ET AL., 2018; DE CAMARGO ET AL., 2018). Цялостно и систематично проучване на орнитоценозите в стари гори във връзка с фрагментацията, породена от естествени процеси и влиянието на структурните характеристики на местообитанието върху съобществата от птици, намираме в изследванията на NIKOLOV (2007A, 2007B, 2009, 2013).

Ефектите от фрагментацията са положителни, в случай че адаптивните видове се увеличават с по-високи темпове, отколкото редките видове изчезват, което води до увеличаване на видовото богатство (KOIVULA ET AL., 2017). Установено е, че съобществата на птиците показват по-голямо видово разнообразие в нарушени горски екосистеми на ландшафтно ниво, и обратно – по-малко видово разнообразие в ненарушени гори на локално ниво (CARO, 2010).

Приема се, че качеството на местообитанието е по-добър показател за обилието и разпространението на видовете, отколкото неговата структурата (DE CAMARGO ET AL., 2018; KOIVULA ET AL., 2017; LABE & KING, 2014), като хетерогенността има положително влияние за биоразнообразието, в случаите, в които площта на фрагмента се запазва задоволително голяма спрямо изискванията на отделните видове (OPDAM ET AL., 1985).

Цел и задачи

Основна цел на изследването е:

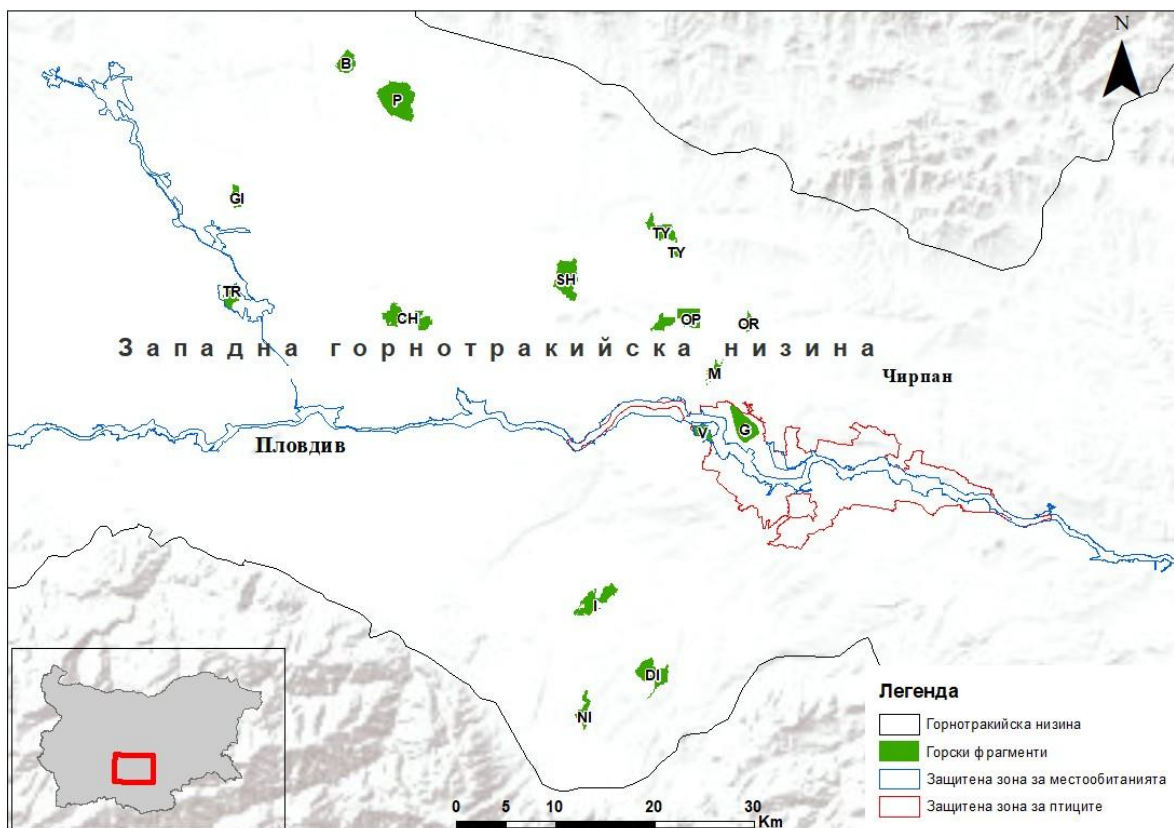
Да се определи състава на гнездовата орнитофауна във фрагментите от равнинни гори в Западна Горнотракийска низина и да се оцени влиянието на структурата и характеристиките на фрагментите върху техните популации и орнитоценозите.

За изпълнението на поставената цел сме определили следните задачи:

1. Определяне на видов състав на орнитофауната и разпространение на видовете в изследваните фрагменти;
2. Определяне на численост и плътност на популациите;
3. Анализ на влиянието на фрагментите от равнинни гори и характеристиките на местообитанието върху видовото богатство и обилието на птиците.

Характеристика на изследвания район

Настоящото проучване обхваща западната част на Горнотракийската низина. От физикогеографска гледна точка тя е разделена на две части посредством Чирпанските възвишения – Старозагорско поле и Пазарджишко-Пловдивско поле. Районът на проучване попада изцяло в обхвата на Пазарджишко-Пловдивското поле (БОЕВ И КОЛ., 1964) (Фиг. 1).



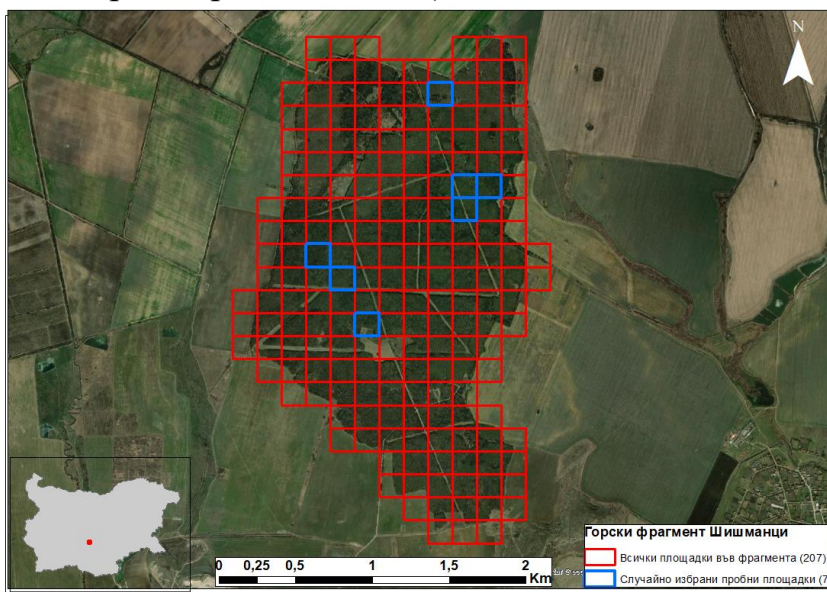
Фиг. 1. Карта с местоположението на изследваните горски фрагменти (Бегово [B]; Виноца [V]; Градина [G]; Граф Игнатиево [GI]; Дълбок извор [DI]; Избеглии [I]; Мирово [M]; Нови извор [NI]; Опълченец [OP]; Оризово [OR]; Пъдарско [P]; Труд [TR]; Тюркмен [TY]; Чекерица [SH]).

В обхвата на проучването преобладават естествените крайречни и лонгзони гори (39%), дъбови гори (26,7%) и гори от бяла акация (*Robinia pseudoacacia*) (22%). По-малко представени са издънкови гори от космат дъб, култури от дъб, култури от хибриди и иглолистни култури. Минималната възраст на дървостоя е във фрагмента при с. Граф Игнатиево, който е представен изцяло от издънкови насаждения лъжлива акация. Максимална възраст и гори във фаза на старост (80–120 г.) са запазени частично в някои от териториите, включени в екологичната мрежа Натура 2000. От екологична гледна точка, изследваните горски фрагменти се класифицират на три типа: 1) крайречни гори; 2) мезофитни и 3) ксеротермни дъбови гори (ГАНЧЕВ, 1965А,Б; БОНДЕВ И НИКОЛОВ, 1983; ИАГ, 2021).

Материал и методи

Избор на пробните площадки

Настоящото изследване е проведено в 15 фрагмента от равнинни гори в Западната Горнотракийска низина. Цялата площ на горските територии е разделена на грид с размери 150 x 150 m (n=1307) чрез програмата QGIS (2020) (Фиг. 2). Избран е минималният препоръчителен размер за площадки, който е подходящ за проучване на гъсти горски местообитания и пойни видове птици (VIBVY ET AL., 1998). На случаен принцип са избрани 5% от всички генерирани площадки, в които са проведени теренните изследвания (n=69) (Фиг. 2). При определянето на избора на пробните площадки е спазено изискването за минимален брой от 50 проби, необходим при описването на горски орнитоценози (VIBVY ET AL., 1998).



Фиг. 2. Грид с размери 150 x 150 m и случайно избрани пробни площадки в горски фрагмент Шишманци.

Отчитане на птиците

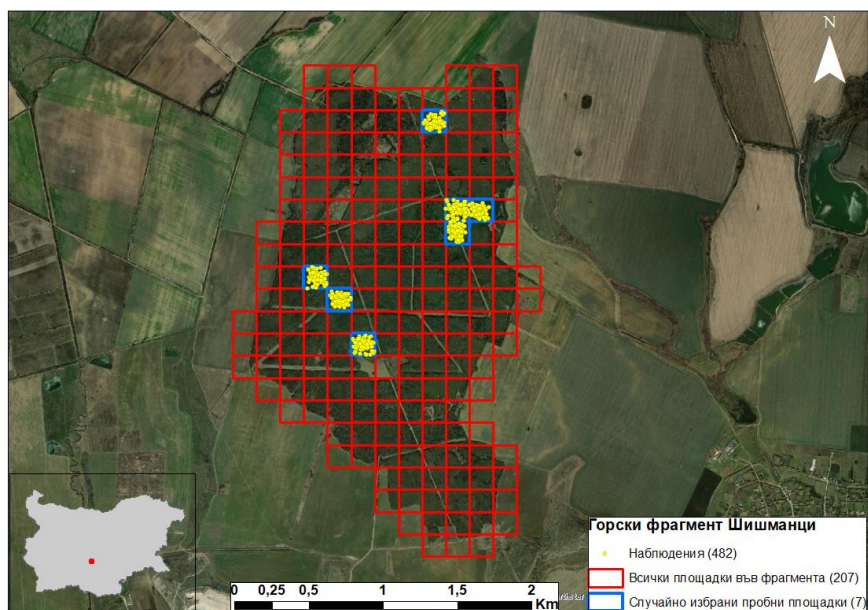
При отчитането на дневните видове птици е използван дистанционния метод чрез точкови трансекти (Фиг. 3). Методът на точковите трансекти се използва широко при оценки на относителните плътности на пойни птици, където индивидите се регистрират най-вече по звук. Основава се на отчитането на разстоянието от наблюдателя до изследвания обект и е базиран на случайно избрани пробни площадки (VIBVY ET AL., 1998). Пространственият анализ е реализиран посредством софтуера QGIS (2020), като прецизността на разстоянията от наблюдателя до регистрирания обект при събраната биологична информация, е постигната чрез операция за свързаност. Орнитологичната информация е събирана чрез мобилното приложение SmartBirds Pro (POPGEORGIEV ET AL., 2015).



Фиг. 3. Данни за регистрираните птици чрез дистанционно отчитане в точкови трансекти в рамките на второ посещение през гнездовия сезон на 2022 г. Визуализирани са точката за наблюдение с изчислени радиални разстояния и регистрираните индивиди.

Изследване на дневно активни видове птици

Изследванията са извършени между април и юли в продължение на три последователни години от 2020 до 2022 г. (Фиг. 4) и в рамките на 98 дни. Проучванията на птиците във всички избрани пробни площадки са извършени в сутрешните часове от 5:30 до 11:00, когато активността на птиците е най-голяма. Всяка площадка е посетена по два пъти през размножителния сезон на птиците за всяка теренна година с 10–40 дни (средно 21 дни) между посещенията (ВІВВУ ЕТ АL., 1998). Всяко следващо посещение на пробната площадка е извършвано в обратен ред, с цел записване на всички видове в зависимост от индивидуалния период на размножаване. Птиците в отделните пробни площадки са отчитани с продължителност от 5 до 10 min. (ВІВВУ ЕТ АL., 1998, ВUCKLAND ЕТ АL., 2001). Регистрирането на птиците е въз основа на вокална (песен/обаждане) регистрация или визуално наблюдение. Индивидите в полет са изключени от преброяването.



Фиг. 4. Регистрирани индивиди в рамките на всички теренни посещения ($n=6$) от проучването в гората при Шишманци.

Изследване на нощноактивни видове птици

Видовете нощни грабливи птици са изследвани чрез вокална провокация в произволно избрани участъци, различни от точковите трансекти. Според особеностите на местообитанието, са избрани произволни точки на отстояние минимум 500 m, предвид териториалността на отделните видове (ШУРУЛИНКОВ И КОЛ., 2013). Проучването е проведено между март и април през 2020 г. и 2021 г. в рамките на 28 дни. Видовете са отчитани сумарно в 74 произволно избрани пробни площадки във всички горски фрагменти след залез слънце, при подходящи метеорологични условия. Отчитането е проведено в подходящи местообитания за следните видове: чухал (*Otus scops*), домашна кукумявка (*Athene noctua*), горска ушата сова (*Asio otus*), забулена сова (*Tyto alba*), горска улулица (*Strix aluco*) и блатна сова (*Asio flammeus*). Различните видове са провокирани чрез звуковъзпроизвеждащо устройство с имитация на брачната песен на целевия вид. Видовете са провокирани в последователен ред, като се започне от най-дребния представител. Възпроизвеждането е с продължителност поне три последователни минути, последвано от минута за активно слушане и оглеждане на района за реакция на провокирания вид.

Групиране на видовете според екологичните изисквания

Всички регистрирани гнездящи видове са групирани спрямо предпочитанията към типа местообитание за гнездене по BLAKE & KARR (1984) във връзка с оценката на видовото разнообразие.

За анализите във връзка с влиянието на характеристиките на местообитанието, установените в изследваните пробни площадки гнездящи

видове, са групирани също в гилдии спрямо 1) хранителната база през гнездовия период и 2) местата за гнездене.

Групирането на видовете по гилдии е по CRAMP (1977–1994), СИМЕОНОВ И КОЛ. (1990), НАНКИНОВ И КОЛ (1997) и ИВАНОВ (2011).

Отчитане характеристиките на местообитанието **Отчитане характеристиките на местообитанието ниво пробна** **площадка**

Структурните характеристики на ниво пробна площадка са описани във връзка с анализа на влиянието на характеристиките на местообитанието върху видовия състав и обилието на орнитоценозите. Параметрите са оценявани в радиус от 25 m от мястото на наблюдение на птиците. Описани са следните характеристики: процентно покритие на растителните етажи, като са разграничени шест растителни етажа: 1) нисък тревен растителен етаж (0.1–0.4 m); 2) висок тревен растителен етаж (0.4–1 m); 3) нисък храстов растителен етаж (0.4–1 m); 4) висок храстов растителен етаж (1.6–4 m); 5) нисък дървесен етаж (4–7 m); 6) висок дървесен етаж (9–30 m); видов състав на дърветата във високия и ниския дървесен етаж, процент склопеност, пълнота на дървостоя и диаметър на дърветата.

Отчитане на характеристиките на местообитанието на ниво **фрагмент**

За всеки от изследваните фрагменти е извлечена информация въз основа на горска база данни, актуална към 2021 г. (ИАГ). На база извлечената информация са описани: 1) тип гора; 2) процентен дял на доминантните дървесни видове във всеки фрагмент; 3) възраст на гората.

За изследването на влиянието на фрагментите от равнинни гори върху видовото богатство са използвани променливите големина на фрагмента (СА) и дължина на ръба (TE) (SLATTERY & FENNER, 2021). Характеристиките са описани на база пространствен анализ на изследваните горски фрагменти чрез приложението Patch Analyst на софтуера ArcGIS 10.4.1 (ESRI 2014).

Анализ на видовия състав на гнездящите птици

Таксономията и латинските наименования на птиците са според HBW and BIRDLIFE INTERNATIONAL (2024), а българските наименования на птиците са по ЯНКОВ (2007). Степента за достоверност на гнездене е по HAGEMEIJER & BLAIR (1997).

Видовото богатство е представено като общ брой установени видове за всеки горски фрагмент (n) (КРЕВС, 2014).

Индексът за честотата на срещане на видовете е калкулиран по формулата: $F_i = (m / n) * 100$, където : m – броя на точковите трансекти, в които видът е регистриран; n – общ брой на точковите трансекти (ONODI ET AL., 2021).

Относителното обилие на видовете е представено като пропорцията между броя на наблюдаваните индивиди от даден вид, отнесен към общия

брой на всички наблюдавани индивиди и е използван за определяне на редките и широко разпространени видове (PRESTON, 1948; KREBS, 2014).

Видовото разнообразие на птиците в отделните фрагменти и в отделните пробни площадки е представено с индексът на Shannon–Wiener [H'] и индексът на изравненост [J] (SHANNON & WIEVER, 1949). Анализът е извършен в PAST ver. 4.3 (HAMMER ET AL., 2001).

Определяне на численост и плътност на гнездящите птици

За анализа на численост и плътност на видовете е използван софтуера DISTANCE 7.3 Release 2 (THOMAS ET AL., 2005). За по-голяма прецизност на функцията на детекция (df) и достоверност на резултатите, е приложен множествен ковариатен дистанционен анализ (Multiple covariate distance sampling, MCDS) (MARQUES & THOMAS, 2007). Видовете с по-малко наблюдения са изключени от анализа. Изборът на модел е на база на информационния критерий Akaike (AIC), като са използвани функциите half-normal и hazard-rate с корекции (adjustment terms) cosine и simple polynomial. Моделите с най-нисък AIC са избрани като подходящи (BURNHAM & ANDERSON, 2002). При изчисленията използвахме два подхода: 1) за оценка на плътностите на отделните видове за площта на всички изследвани горски фрагменти, използвахме модел с функция на детекция за отделния вид на база видово специфична стратификация; и 2) за оценка на отделните видове за площта на всеки отделен фрагмент, използвахме като променлива площта на отделния фрагмент. Вероятностите на детекция са на база стойностите на променливата за наблюдение на отделния вид във всеки от фрагментите (MARQUES & THOMAS, 2007). За последния анализ, фрагментите с по-малко от четири площадки за наблюдение, са изключени от анализа ($n \leq 4$). Средните плътности са представени с 95 % доверителен интервал (CI).

Определяне на влиянието на структурните характеристики на местообитанието и отделните фрагменти върху орнитоценозите

За моделите за влияние върху отделните видове е използвана множествена регресия (Multiple regression analysis). Избрани са видове, регистрирани в > 50 пробни площи. За видовете, установени в по-малко пробни площи, моделите не бяха достоверни ($p > 0.5$). Процентните променливи са трансформирани с извличане на корен квадратен, а числовите с логаритмична трансформация. Коефициентът на детерминация R е използван като показател за влиянието на изследваните променливи, обясняващ вариацията в извадката. Колкото по-близо е стойността на корелационния коефициент до +1 или -1, толкова по-силна е корелацията. Силата на коефициента е определена при следните стойности: $R > 0.7$ – силна корелация; $0.5 < R < 0.7$ – средна корелация; $0.3 < R < 0.5$ – слаба корелация; $R < 0.3$ – няма корелация (ПОПОВ, 2013).

За определяне на влиянието на структурните характеристики на местообитанието върху обилието на гилдиите е използван GLMM (generalized linear mixed models), multinomial logit model. Преди

стартирането на моделите, всички променливи са тествани за корелации със Spearman's rank correlation (ρ). При стойност на коефициента > 0.6 на зависимата двойка променливи, променливата с по-голяма тежест е запазена (GREEN, 1979). Тежестта на променливите е установена с последващ Principal Component Analysis (PCA). Използвани са параметрите на структурните характеристики за отделните пробни площадки. За зависима променлива беше използвана тип на гилдията, с категорийна фрагмент. Използваните обяснителни променливи са: средна височина на дърветата, % склопеност, % покритие на високия дървесен етаж, % покритие на ниския дървесен етаж, % покритие на високия храстов етаж, % покритие на ниския храстов етаж, % пълнота, средна възраст на дървостоя. Като зависима променлива беше премахнат индексът на базалната площ (IBAT), а % покритие на ниския храстов етаж и % покритие на ниския дървесен етаж бяха изключени от модела, т.к. в голяма част от изследваните площадки присъстваха със стойност 0. Всички изчисления са направени с програмата Statistica for Windows, 12 (STATSOFT INC., 2012), R v.2.15.2 (R CORE TEAM, 2012) и пакет MuMin v.1.47.5 (BARTON, 2020).

Резултати и обсъждане

Определяне на видов състав, численост и плътност на гнездящите птици

Определяне на видовия състав на орнитофауната

В рамките на проучването бяха регистрирани общо 6814 наблюдения на 95 вида, представители на 17 разряда и 38 семейства. Установените видове са отчетени чрез дистанционния метод на точковите трансекти, по време на прехода между изследваните полигони и в рамките на проучванията за нощноактивните видове птици. От тях, 81 са потвърдени като гнездящи за проучвания район с различна степен на достоверност (Таблица 1), а останалите 14 вида се свързват с микроместообитания в горските фрагменти или като място за почивка по време на миграция и са изключени от анализите за влияние на растителната характеристика и фрагментацията върху орнитоценозите (Таблица 2).

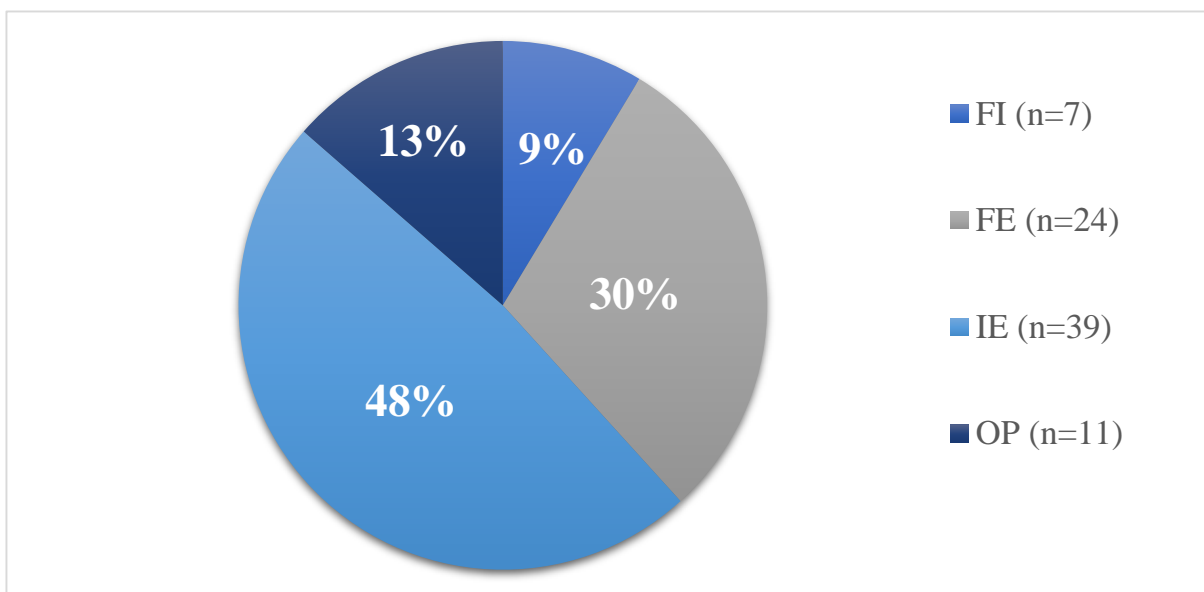
Разпределението на видовете според предпочитанията им към типа местообитание показва най-голям брой видове, гнездящи както по ръба на фрагментите, така и във вътрешността им (IE) ($n=39$). Установените видове с предпочитание само към ръба на гората (FE) са 24, а тези на откритите територии (OP) са 11. Най-малко са видовете, обитаващи вътрешността на гората (FI) ($n=7$) (Фиг. 5).

Шестнадесет (20%) от видовете са регистрирани във всички горски фрагменти: сива овесарка (*Emberiza calandra*), черешарка (*Coccothraustes coccothraustes*), обикновена чинка (*Fringilla coelebs*), червеногърба сврачка (*Lanius collurio*), червеногръдка (*Erithacus rubecula*), южен славей (*Luscinia megarhynchos*), авлига (*Oriolus oriolus*), голям синигер (*Parus major*), голямо

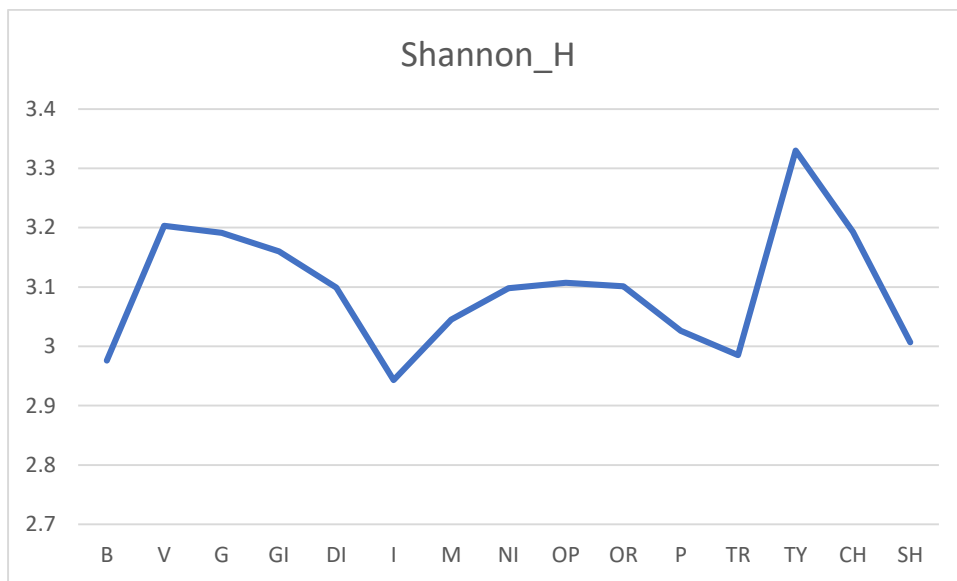
черноглаво коприварче (*Sylvia atricapilla*), кос (*Turdus merula*), поен дрозд (*Turdus philomelos*), папуняк (*Upupa epops*), гривяк (*Columba palumbus*), обикновена гургулица (*Streptopelia turtur*), сойка (*Garrulus glandarius*), зелен кълвач (*Picus viridis*). Само с по едно наблюдение са градинска дърволазка (*Certhia brachydactyla*), черношипа ветрушка (*Falco tinnunculus*), черночела сврачка (*Lanius minor*) и горска чучулига (*Lullula arborea*).

Най-голямо видово богатство е установено в горските фрагменти Чекерица (n=51) и Тюркмен (n=51), а най-малко в Бегово (n=35), Оризово (n=36) и Нови извор (n=36). Видовете, които са привързани към вътрешността на гората са най-малко представени и варират от нула до пет за отделните фрагменти. С най-много видове във всички горски фрагменти са представени видовете, които се срещат както във вътрешността, така и по ръба на гората (IE) (Таблица 5).

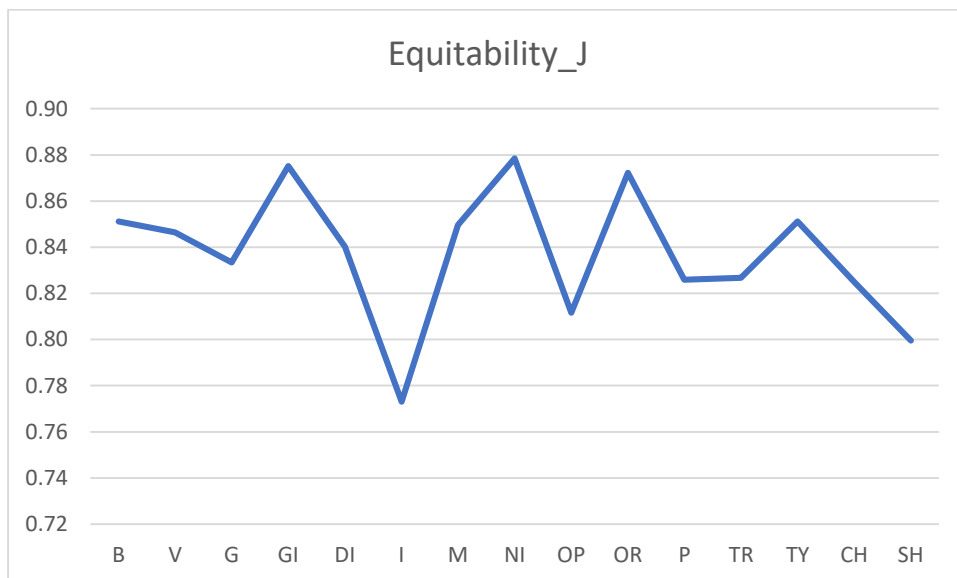
Индексът на видово разнообразие е с най-висока стойност за гората до с. Тюркмен (H=3.33), а с най-ниска стойност тази до с. Избеглии (H=2.94) (Фиг. 6). Равномерността на видовото разпространение (хетерогенност) е най-ниска в горския фрагмент до с. Избеглии (J=0.77) и най-висока в този до с. Нови извор (J=0.88) (фиг. 7).



Фиг. 5. Процентно разпределение на установените гнездящи видове птици спрямо типа на местообитанието.



Фиг. 6. Индекси на видово разнообразие [H] в отделните горски фрагменти.



Фиг. 7. Индексите на изравненост [J] за отделните горски фрагменти.

Таблица 1. Списък на установените гнездящи видове птици, степен на достоверност на гнездене и групиране спрямо типа местообитание за гнездене [МО]. Видовете, регистрирани по време на прехода между площадките, са отбелязани с *. Нощноактивните видове птици са отбелязани с **.

Разред	Семейство	Вид	Брой инд.	Гнездови статус	МО
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter gentilis</i> , Linn. 1758	4	ТВГ	IE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter nisus</i> , Linn. 1758	10	ВГ	IE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Clanga pomarina</i> *, Brehm 1831	10	ВГ	IE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo buteo</i> , Linn. 1758	33	ТВГ	IE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Circaetus gallicus</i> *, Gmelin 1788	3	ВГ	IE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Haliaeetus albicilla</i> *, Linn. 1758	1	НГ	IE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Hieraaetus pennatus</i> *, Gmelin 1788	4	ВГ	IE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Milvus migrans</i> *, Boddaert 1783	4	СГ	IE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Pernis apivorus</i> , Linn. 1758	6	ВГ	IE
Bucerotiformes	Upupidae	<i>Upupa epops</i> , Linn. 1758	143	ВГ	IE
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus europaeus</i> *, Linn. 1758	11	ВГ	IE
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Ciconia nigra</i> *, Linn. 1758	30	СГ	IE
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba palumbus</i> , Linn. 1758	205	ТВГ	IE
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i> , Frivaldszky 1838	22	ВГ	FE
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia turtur</i> , Linn. 1758	522	ТВГ	IE
Coraciiformes	Coraciidae	<i>Coracias garrulus</i> , Linn. 1758	6	СГ	IE
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Cuculus canorus</i> , Linn. 1758	254	ВГ	IE
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco subbuteo</i> *, Linn. 1758	1	ВГ	IE
Galliformes	Phasianidae	<i>Coturnix coturnix</i> , Linn. 1758	6	ТВГ	OP
Galliformes	Phasianidae	<i>Perdix perdix</i> , Linn. 1758	26	ТВГ	OP
Galliformes	Phasianidae	<i>Phasianus colchicus</i> , Linn. 1758	115	ТВГ	IE
Gruiformes	Rallidae	<i>Crex crex</i> *, Linn. 1758	1	ВГ	FE

Разред	Семейство	Вид	Брой инд.	Гнездови статус	МО
Passeriformes	Acrocephalidae	<i>Acrocephalus palustris</i> , Bechstein 1798	8	ВГ	FE
Passeriformes	Acrocephalidae	<i>Iduna pallida</i> , Ehrenberg 1833	52	ВГ	FE
Passeriformes	Aegithalidae	<i>Aegithalos caudatus</i> , Linn. 1758	37	СГ	IE
Passeriformes	Alaudidae	<i>Alauda arvensis</i> , Linn. 1758	39	ВГ	OP
Passeriformes	Alaudidae	<i>Galerida cristata</i> , Linn. 1758	19	ТВГ	OP
Passeriformes	Alaudidae	<i>Lullula arborea</i> , Linn. 1758	2	ВГ	FE
Passeriformes	Certhiidae	<i>Certhia brachydactyla</i> , Brehm 1820	1	ВГ	FI
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i> , Linn. 1758	29	СГ	FE
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corone</i> , Linn. 1758	13	СГ	FE
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus frugilegus*</i> , Linn. 1758	1	ВГ	FE
Passeriformes	Corvidae	<i>Garrulus glandarius</i> , Linn. 1758	134	ТВГ	IE
Passeriformes	Corvidae	<i>Pica pica</i> , Linn. 1758	7	ВГ	FE
Passeriformes	Emberizidae	<i>Emberiza cirrus*</i> , Linn. 1758	2	ВГ	OP
Passeriformes	Emberizidae	<i>Emberiza hortulana</i> , Linn. 1758	96	ВГ	FE
Passeriformes	Emberizidae	<i>Emberiza melanocephala</i> , Scopoli 1769	17	ВГ	OP
Passeriformes	Emberizidae	<i>Emberiza calandra</i> , Linn. 1758	123	ТВГ	FE
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carduelis carduelis</i> , Linn. 1758	11	ТВГ	FE
Passeriformes	Fringillidae	<i>Chloris chloris</i> , Linn. 1758	22	ТВГ	IE
Passeriformes	Fringillidae	<i>Coccothraustes coccothraustes</i> , Linn. 1758	112	СГ	IE
Passeriformes	Fringillidae	<i>Fringilla coelebs</i> , Linn. 1758	589	СГ	IE
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius collurio</i> , Linn. 1758	165	СГ	FE
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius minor</i> , Gmelin 1788	5	ВГ	FE
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius nubicus</i> , Licht. 1823	22	ТВГ	FE
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius senator</i> , Linn. 1758	17	ТВГ	FE
Passeriformes	Motacillidae	<i>Motacilla flava</i> , Linn. 1758	21	ТВГ	OP

Разред	Семейство	Вид	Брой инд.	Гнездови статус	МО
Passeriformes	Muscicapidae	<i>Erithacus rubecula</i> , Linn. 1758	225	СГ	ІЕ
Passeriformes	Muscicapidae	<i>Ficedula semitorquata</i> , Homeyer 1885	7	ВГ	FI
Passeriformes	Muscicapidae	<i>Luscinia megarhynchos</i> , Brehm 1831	700	ТВГ	ІЕ
Passeriformes	Muscicapidae	<i>Muscicapa striata</i> , Pallas 1764	21	ВГ	FI
Passeriformes	Muscicapidae	<i>Saxicola rubetra</i> *, Linn. 1758	2	ВГ	OP
Passeriformes	Muscicapidae	<i>Saxicola torquatus</i> *, , Linn. 1758	6	ВГ	OP
Passeriformes	Oriolidae	<i>Oriolus oriolus</i> , Linn. 1758	496	СГ	ІЕ
Passeriformes	Paridae	<i>Cyanistes caeruleus</i> , Linn. 1758	60	СГ	ІЕ
Passeriformes	Paridae	<i>Parus major</i> , Linn. 1758	345	СГ	ІЕ
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i> *, Linn. 1758	2	ВГ	FE
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer hispaniolensis</i> , Temminck 1820	115	СГ	FE
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer montanus</i> , Linn. 1758	15	ТВГ	FE
Passeriformes	Phloscopidae	<i>Phylloscopus collybita</i> , Vieillot 1817	84	ВГ	ІЕ
Passeriformes	Remizidae	<i>Remiz pendulinus</i> , Linn. 1758	2	ВГ	FE
Passeriformes	Sittidae	<i>Sitta europaea</i> , Linn. 1758	50	ВГ	FI
Passeriformes	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i> , Linn. 1758	78	СГ	ІЕ
Passeriformes	Sylviidae	<i>Sylvia atricapilla</i> , Linn. 1758	418	ТВГ	ІЕ
Passeriformes	Sylviidae	<i>Curruca communis</i> , Latham 1787	22	ВГ	FE
Passeriformes	Sylviidae	<i>Curruca curruca</i> , Linn. 1758	8	ВГ	FE
Passeriformes	Sylviidae	<i>Curruca nisoria</i> , Bechstein 1795	7	СГ	FE
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes troglodytes</i> , Linn 1758	8	СГ	FI
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus merula</i> , Linn. 1758	527	СГ	ІЕ
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus philomelos</i> , Brehm 1831	257	СГ	ІЕ
Piciformes	Picidae	<i>Dendrocopos major</i> , Linn. 1758	84	СГ	ІЕ
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates minor</i> , Linn. 1758	10	ВГ	ІЕ

Разред	Семейство	Вид	Брой инд.	Гнездови статус	МО
Piciformes	Picidae	<i>Dendrocopos syriacus</i> , Ehrenberg 1833	8	ВГ	IE
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus martius</i> , Linn. 1758	25	ТВГ	FI
Piciformes	Picidae	<i>Picus viridis</i> , Linn. 1758	90	ВГ	IE
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio otus*</i> , Linn. 1758	18	ВГ	IE
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene noctua*</i> , Scopoli 1769	9	ТВГ	OP
Strigiformes	Strigidae	<i>Otus scops*</i> , Linn. 1758	73	ВГ	IE
Strigiformes	Strigidae	<i>Strix aluco*</i> , Linn. 1758	8	ТВГ	FI
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i> , Pontoppidan 1763	1	ВГ	OP
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba*</i> , Scopoli 1769	8	ВГ	OP

Таблица 2. Списък на видовете, установени по време на миграция или в негорски микроместообитания.

№	Разред	Семейство	Вид
1	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhyncho</i> , Linn. 1758
2	Anseriformes	Anatidae	<i>Tadorna ferruginea</i> , Pallas 1764
3	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius dubius</i> , Scopoli 1786
4	Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Ciconia ciconia</i> , Linn. 1758
5	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco tinnunculus</i> , Linn 1758
6	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Delichon urbicum</i> , Linn. 1758
7	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Cercopis daurica</i> , Linn. 1771
8	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i> , Linn. 1758
9	Passeriformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax sibylatrix</i> , Bechstein 1793
10	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea cinerea</i> , Linn. 1758
11	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardeola ralloides</i> , Scopoli 1769
12	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i> , Linn. 1758
13	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i> , Linn. 1766
14	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps cristatus</i> , Linn. 1758

Разпространение на нощно активни видове гнездящи птици

От нощноактивните видове са установени седем вида: горска ушата сова (*Asio otus*), обикновена кукумявка (*Athene noctua*), чухал (*Otus scops*), горска улулица (*Strix aluco*), забулена сова (*Tyto alba*), блатна сова (*Asio flammeus*), европейски козодой (*Caprimulgus europaeus*), представители на разредите Strigiformes и Caprimulgiformes.

- Разред Совоподобни (Strigiformes)

С най-много наблюдения (n=70) и в най-много горски фрагменти (n=11) е регистриран чухала. Горската ушата сова е установена в 10 от горите с 18 наблюдения, а обикновената кукумявка е установена в седем от проучваните гори с девет наблюдения. Забулената сова е регистрирана в седем от горите, а в най-малко локации е установена горската улулица (n=5). По време на гнездовия сезон беше регистрирано брачно обаждане на блатна сова в прилежащите територии на гората при Градина.

- Разред Козодоеподобни

Европейският козодой беше установен в 5 от горите. Само за гората при Нови извор е потвърден като гнездящ. В останалите локации е регистриран през април месец, когато видът все още мигрира. С най-много наблюдения за едно посещение е в гората при Шишманци (n=4).

Плътност, численост и честота на срещане на гнездящите видове птици

Проучванията за оценка на плътността са проведени в общо 73 пробни площадки и в рамките на 424 посещения. Установени са 4922 индивида от 62 вида птици, които са представители на девет разреда и 28 семейства (Таблица 2).

Най-разпространените видове за цялата територия (n=6) съставляват 61 % от всички регистрирани наблюдения: южен славей, обикновена чинка, обикновена гургулица, кос, авлига и голямо черноглаво коприварче (Таблица 3). Най-често срещаните видове (представени във всички пробни площадки) са южен славей и гургулица, следвани от кос, обикновена чинка, голям синигер и голямо черноглаво коприварче. Видовете с най-ниска срещаемост са градинска дърволазка, черношипа ветрушка, черночела сврачка и торбогнезден синигер (*Remiz pendulinus*) (Таблица 3).

Таблица 3. Честота на срещане [Fi] и относително обилие на видовете, установени чрез дистанционния метод на точково отчитане.

Вид	Честота на срещане [%]	Относително обилие [%]
<i>Luscinia megarhynchos</i>	100.00	11.36
<i>Fringilla coelebs</i>	95.95	10.55
<i>Turdus merula</i>	98.65	8.90
<i>Streptopelia turtur</i>	100.00	8.76

Вид	Честота на срещане [%]	Относително обилие [%]
<i>Oriolus oriolus</i>	97.30	8.13
<i>Sylvia atricapilla</i>	93.24	7.17
<i>Parus major</i>	95.95	6.10
<i>Turdus philomelos</i>	79.73	4.45
<i>Cuculus canorus</i>	89.19	4.02
<i>Erithacus rubecula</i>	70.27	3.98
<i>Columba palumbus</i>	83.78	3.58
<i>Garrulus glandarius</i>	70.27	2.28
<i>Upupa epops</i>	58.11	2.17
<i>Phasianus colchicus</i>	55.41	1.71
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	60.81	1.59
<i>Picus viridis</i>	51.35	1.34
<i>Lanius collurio</i>	39.19	1.30
<i>Phylloscopus collybita</i>	41.89	1.22
<i>Sturnus vulgaris</i>	44.59	1.12
<i>Dendrocopos major</i>	41.89	1.04
<i>Sitta europaea</i>	39.19	0.98
<i>Parus caeruleus</i>	41.89	0.91
<i>Emberiza hortulana</i>	18.92	0.73
<i>Emberiza calandra</i>	18.92	0.71
<i>Hippolais pallida</i>	20.27	0.69
<i>Aegithalos caudatus</i>	22.97	0.51
<i>Alauda arvensis</i>	17.57	0.43
<i>Carduelis chloris</i>	16.22	0.37
<i>Dryocopus martius</i>	17.57	0.37
<i>Muscicapa striata</i>	20.27	0.37
<i>Streptopelia decaocto</i>	14.86	0.37
<i>Buteo buteo</i>	16.22	0.26
<i>Curruca communis</i>	9.46	0.26
<i>Corvus corax</i>	10.81	0.22
<i>Corvus cornix</i>	9.46	0.16
<i>Dryobates minor</i>	9.46	0.14
<i>Accipiter nisus</i>	8.11	0.12
<i>Motacilla flava</i>	2.70	0.12
<i>Perdix perdix</i>	6.76	0.12
<i>Troglodytes troglodytes</i>	8.11	0.12
<i>Acrocephalus palustris</i>	5.41	0.10
<i>Carduelis carduelis</i>	6.76	0.10
<i>Pica pica</i>	2.70	0.10

Вид	Честота на срещане [%]	Относително обилие [%]
<i>Coracias garrulus</i>	5.41	0.08
<i>Dendrocopos syriacus</i>	5.41	0.08
<i>Lanius nubicus</i>	5.41	0.08
<i>Lanius senator</i>	5.41	0.08
<i>Curruca curruca</i>	5.41	0.08
<i>Accipiter gentilis</i>	4.05	0.06
<i>Coturnix coturnix</i>	2.70	0.06
<i>Ficedula semitorquata</i>	4.05	0.06
<i>Passer montanus</i>	2.70	0.06
<i>Emberiza melanocephala</i>	2.70	0.04
<i>Galerida cristata</i>	2.70	0.04
<i>Passer hispaniolensis</i>	2.70	0.04
<i>Pernis apivorus</i>	2.70	0.04
<i>Remiz pendulinus</i>	1.35	0.04
<i>Curruca nisoria</i>	2.70	0.04
<i>Certhia brachydactyla</i>	1.35	0.02
<i>Falco tinnunculus</i>	1.35	0.02
<i>Lanius minor</i>	1.35	0.02
<i>Lullula arborea</i>	1.35	0.02

За целия изследван район са изчислени плътностите за 19 от регистрираните видове (Таблица 4). За останалите 43 вида данните са недостатъчни за анализ (n=39 от общия брой видове) или неподходящи за надеждни оценки (обикновена кукувица (*Cuculus canorus*), колхидски фазан (*Phasianus colchicus*), сойка (*Garrulus glandarius*), обикновен скорец (*Sturnus vulgarus*)). Видове с плътност над 1 дв./ha са голям синигер, черешарка, гургулица, чинка, червеногръдка и кос. Видовете със средни стойности на плътност ($0,5 > 1$ дв./ha) са девет, а видовете с ниска плътност ($< 0,5$ дв./ha) са авлига, зелен кълвач, градинска овесарка и папуняк (n=4).

Изчислени са плътностите за видовете с достатъчен брой наблюдения (поен дрозд, кос, голямо черноглаво коприварче, гургулица, голям синигер, авлига, обикновена чинка, червеногръдка, южен славей) за девет от изследваните горите. С най-високи плътности за територията на отделните гори са установени червеногръдката $D=2.28$ (1.36–3.85) и гургулицата с 1.8 дв./ha в гората при Бегово. Авлигата има относително ниска плътност за всички гори ($0.3 < 0.6$ дв./ha). Установихме, че всички анализирани видове гнездят с по-ниски плътности в гората при Дълбок извор ($0.24 > 0.97$ дв./ha), в сравнение с останалите изследвани гори.

Таблица 4. Плътност [D] и численост [N] на 19 от най-обилните гнездящи видове птици (дв./ha), с коефициент на вариация (CV) и 95% доверителен интервал (95% CI).

Вид	дв./ha	CV	95% CI	N	95% CI
<i>Parus major</i>	1.29	6.31	1.14–1.46	4731	4179–5355
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	1.19	10.78	0.97–1.48	4391	3549–5431
<i>Streptopelia turtur</i>	1.14	6.17	1.01–1.28	4180	3703–4717
<i>Fringilla coelebs</i>	1.1	5.49	0.99–1.23	4055	3641–4516
<i>Erithacus rubecula</i>	1.08	9.74	0.90–1.31	3988	3293–4828
<i>Turdus merula</i>	1.04	5.49	0.93–1.16	3813	3424–4247
<i>Luscinia megarhynchos</i>	0.99	4.51	0.91–1.08	3642	3334–3979
<i>Columba palumbus</i>	0.91	8.99	0.82–1.16	3583	3003–4276
<i>Hippolais pallida</i>	0.88	22.32	0.56–1.37	3228	2073–5026
<i>Lanius collurio</i>	0.83	15.75	0.61–1.13	3050	2235–4164
<i>Sylvia atricapilla</i>	0.75	5.84	0.67–0.84	2757	2458–3091
<i>Phylloscopus collybita</i>	0.66	15.76	0.48–0.90	2410	1764–3294
<i>Turdus philomelos</i>	0.65	7.05	0.56–0.74	2380	2072–2733
<i>Sitta europaea</i>	0.62	15.84	0.45–0.85	2292	1673–3141
<i>Emberiza calandra</i>	0.59	22.55	0.38–0.93	2184	1397–3417
<i>Oriolus oriolus</i>	0.44	4.45	0.40–0.48	1601	1467–1747
<i>Picus viridis</i>	0.39	11.57	0.31–0.50	1452	1154–1825
<i>Emberiza hortulana</i>	0.32	11.05	0.26–0.40	1181	947–1472
<i>Upupa epops</i>	0.27	7.66	0.23–0.31	984	848–1142

Влияние на характеристиките на местообитанието върху видовия състав и обилието на орнитоценозите

За оценка на влиянието на растителните характеристиките на местообитанието върху видовия състав на орнитоценозите е използван генерализиран линеен миксиран модел (GLMM). Оценено е влиянието на променливите върху обилието на видовете в отделните гилдии.

При видовете, които гнездят във вътрешността и в периферията на горите, установихме положителна зависимост с възрастта на насажденията (Wald. Stat. = 13.53, $P < 0.05$), покритието на високия дървесен етаж (Wald. Stat. = 10.22, $P < 0.05$) и процента склопеност (Wald. Stat. = 6.27, $P < 0.05$). Отрицателна зависимост при тази група се наблюдава във връзка с пълнотата на насажденията (Wald. Stat. = 10.43, $P < 0.05$).

Видовете със специфични изисквания към горските местообитания (специалисти) се влияят положително от средната височина на дървостоя (Wald. Stat. = 8.66, $P < 0.05$) и възрастта на насажденията (Wald. Stat. = 14.38, $P < 0.05$).

При видовете с предпочитание към ръба на гората установихме негативна зависимост с процента склопеност (Wald. Stat. = 6.91, $P < 0.05$).

Анализът на видовете спрямо местата за гнездене, показва значима зависимост на видовете гнездящи в короната на дърветата към покритието на високия дървесен етаж (Wald. Stat. = 4.53, $P < 0.05$), а хралупогнездящите – към склопа (Wald. Stat. = 5.06, $P < 0.05$), високия дървесен етаж (Wald. Stat. = 5.72, $P < 0.05$) и възрастта на насажденията (Wald. Stat. = 8.38, $P < 0.05$). Видовете, които гнездят в храстовия етаж, са зависими от покритието на високия дървесен етаж (Wald. Stat. = 4.14, $P < 0.05$) (Таблица 5).

От видовете в гилдията според типа на хранене през гнездовия сезон, хищните видове имат отрицателна зависимост с пълнотата на дървостоя (Wald. Stat. = 4.45, $P < 0.05$), а растителноядните имат положителна зависимост с покритието на храстовия етаж (Wald. Stat. = 4.9, $P < 0.05$). Насекомоядните показват слаба положителна зависимост към покритието на храстовия етаж (Wald. Stat. = 3.5, $P = 0.06$) и отрицателна – към пълнотата на дървостоя (Wald. Stat. = 3.35, $P = 0.06$).

Таблица 5. Резултати от GLMM анализа за влиянието на променливите върху отделните гилдии. С удебелен шрифт са отбелязани статистически значимите стойности.

<i>Променлива</i>	<i>Гилдия</i>	<i>Estimate</i>	<i>SE</i>	<i>Wald stat</i>	<i>Lower CL</i>	<i>Upper CL</i>	<i>p</i>
пълнота [%]	A	-0.06	0.03	4.45	-0.11	0.00	0.03
покритие висок храстов етаж [%]	B	0.01	0.01	3.50	0.00	0.02	0.06
пълнота %	B	-0.02	0.01	3.35	-0.03	0.00	0.07
покритие висок храстов етаж [%]	C	0.01	0.01	4.90	0.00	0.02	0.03
покритие висок дървесен етаж [%]	TRN	0.01	0.00	4.53	0.00	0.02	0.03
склоп [%]	HN	0.01	0.00	5.06	0.00	0.01	0.02
покритие висок дървесен етаж [%]	HN	0.01	0.01	5.72	0.00	0.02	0.02
възраст на насажденията	HN	0.02	0.01	8.38	0.00	0.03	0.00
покритие висок дървесен етаж [%]	UN	0.01	0.00	4.14	0.00	0.02	0.04
склоп [%]	IE	0.01	0.00	6.27	0.00	0.01	0.01
покритие висок дървесен етаж [%]	IE	0.01	0.00	10.22	0.00	0.02	0.00
пълнота [%]	IE	-0.02	0.01	10.43	-0.03	-0.01	0.00
възраст на насажденията	IE	0.02	0.01	13.53	0.01	0.03	0.00
средна височина на дървостоя	FI	0.16	0.06	8.66	0.05	0.27	0.00
възраст на насажденията	FI	0.04	0.01	14.38	0.02	0.06	0.00
склоп [%]	FE	-0.01	0.01	6.91	-0.02	0.00	0.01

За анализа на влияние на характеристиките на местообитанието върху обилието на отделните видове е използвана множествена линейна регресия. Резултатите показват основно слаба зависимост ($0.3 < R > 0.5$) при пет от анализиранияте видове и средна при два ($0.5 < R > 0.7$).

Установихме положителна зависимост на покритието на високия храстов етаж с обилието на славея ($F=10.02$, $p < 0.001$; $R=0.49$; $p < 0.5$), обикновената чинка ($F=3.88$, $p < 0.05$; $R=0.45$; $p=0.5$), гургулицата ($F = 4.13$, $p < 0.001$; $R = 0.34$; $p = 0.3$) и голямото черноглаво коприварче ($F = 4.10$, $p = 0.05$; $R = 0.61$; $p < 0.001$) (Таблица 16). При коприварчето, зависимост беше установена и във връзка със средната височина на дървостоя ($F = 5.15$, $p < 0.05$). При авлигата значима корелация установихме с процента склопеност ($F = 6.20$, $p < 0.05$; $R = 0.41$; $p = 0.07$), а при чевеногръдката – средната височина на дървостоя ($F = 4.25$, $p < 0.05$; $R = 0.49$; $p = 0.05$). При коса влияние върху обилието на вида установихме във връзка с възрастта на насажденията ($F = 6.34$, $p < 0.05$) и процента склопеност ($F = 4.09$, $p < 0.05$).

Влияние на фрагментите от равнини гори върху видовото богатство

За установяване влиянието на фрагментацията е използвана множествена линейна регресия, като е оценено влиянието на променливите влияние на големина на фрагмента и дължина на ръба върху видовото богатство в отделните фрагменти. Резултатите показват силна корелация на променливата размер на фрагмента ($F = 1071.110$; $p < 0.0001$), която обяснява 55 % ($R = 0.74$; $p < 0.001$) от видовото богатство за горите (Таблица 6). Дължината на ръба няма статистически значима зависимост с видовото богатство ($F = 0.012$; $p = 0.9$).

Таблица 6. Резултати от регресионния анализ за оценка на променливите площ на фрагмента (Area) и дължина на ръба (TE) върху видовото богатство.

Стойности на регресионния анализ: $R=0.74$, $R^2=0.55$, adjusted $R=0.55$,
 $F=729.08$, $p<0.0001$

	SS	df	MS	F	p
Intercept	7.86	1	7.86	643.60	0.00
Area	13.09	1	13.09	1071.11	0.00
TE	0.00	1	0.00	0.01	0.91

Изводи

1. Равнинните гори от Западната Горнотракийска низина имат високо видово богатство. Установени са 95 вида птици, от които 81 са потвърдени като гнездящи в изследваните горски фрагменти.

2. Най-голямо видово богатство и разнообразие на видове птици имат горските фрагменти с хетерогенна структура и горите със запазена естествена и полуестествена растителност.

3. Фрагментиранияте горски местообитания поддържат малък брой видове със специфични изисквания към структурата на местообитанията, като наличие на мъртва дървесина, стари хралупести дървета, гъст подлес.

4. Най-обилни са широкоразпространените горски видове птици. Над 60 % от всички регистрирани наблюдения са на няколко вида: южен славей (Luscinia megarhynchos), обикновена чинка (Fringilla coelebs), обикновена гургулица (Streptopelia turtur), кос (Turdus merula), авлига (Oriolus oriolus) и голямо черноглаво коприварче (Sylvia atricapilla).

5. Видовете с най-висока честота на срещане са славей и гургулица, а с най-ниска – градинска дърволазка (Certhia brachydactyla), горска чучулига (Lullula arborea), черночела сврачка (Lanius minor) и черношипа ветрушка (Falco tinnunculus).

6. Видове с най-висока плътност за цялата територия (> 1 дв./ha) са голям синигер (Parus major), черешарка (Coccothraustes coccothraustes), гургулица (Streptopelia turtur), обикновена чинка (Fringilla coelebs), червеногръдка (Erithacus rubecula) и кос (Turdus merula), и с най-ниска плътност са папунякът (Upupa epops) и градинската овесарка (Emberiza hortulana).

7. На ниво горски фрагмент, с най-висока плътност са установени червеногръдката и гургулицата в гората при Бегово. Авлигата има относително ниска плътност за всички гори. Всички анализирани видове гнездят с по-ниски плътности в гората при с. Дълбок извор, в сравнение с останалите изследвани гори.

8. Големината на фрагмента има положително влияние за формирането на видовото богатство във фрагментиранияте гори.

9. Обилието на видовете се влияе в голяма степен от структурата на растителността в горите. Доказана е положителна зависимост на променливите: възраст на гората, покритие на високия храстов етаж, покритие на високия дървесен етаж, склопеност, средна височина на дървостоя. Негативна зависимост спрямо обилието на видовете е установена с увеличаване на пълнотата на гората.

Приноси

1. Оригинални приноси

1.1. Оценен е съставът и видовото разнообразие във фрагментирани равнинни гори в България.

1.2. Оценени са плътност и численост на пойни видове птици в равнинните гори на Западната Горнотракийска низина.

1.3. Изследвано е влиянието на структурата на горските фрагменти върху обилието и видовото богатство на птиците в равнинни горски фрагменти.

1.4. Изследвано е разпространението на нощно активни видове птици в равнинни горски фрагменти.

2. Потвърдителни приноси

2.1. Големината на фрагментите е от значение за поддържане на голямо видово богатство в орнитоценозите, при условие, че се запазва висока хетерогенност в горите.

2.2. Структурните характеристики на горите имат силна значимост във връзка с видовото разнообразие и обилието на птиците.

2.3. Видовете със специфични изисквания към вътрешността на горите имат по-ниска честота на срещаемост и относително обилие във фрагментите.

2.4. В състава на орнитоценозите на широколистните равнинни гори доминират няколко ширококоразпространени горски вида птици с високо обилие.

2.5. Горите с природозащитен статус и съхранени елементи на естествена растителност съхраняват по-голямо видово разнообразие с повече видове специалисти.

3. Приноси с научно-приложен характер

3.1. Изготвен е фаунистичен списък на гнездящите видове птици от равнинните гори в Западната Горнотракийска низина.

3.2. Идентифицирани са основните фактори, които оказват влияние върху орнитоценозите.

3.3. Получените резултати могат да бъдат използвани за сравнителни анализи и оценка на промените в орнитоценозите във връзка със стопанските практики и климатичните промени.

Публикации по темата на дисертационния труд

1. **Hristova, P.**, Popgeorgiev, G., Dobrev, V., Dimitrov, H. Plachyiski, D. 2024. Birds composition in forest fragments across the Western Upper Thracian lowland. *Acta Zoologica Bulgarica*. In press.
2. **Hristova, P.**, Popgeorgiev, G., Dobrev, V., Dobrev, D., Dimitrov, H. & Plachiyski, D. 2024. Density and composition of breeding bird communities in lowland forests. *Ecologia Balkanica*. In press.
3. **Hristova, P.**, Popgeorgiev, G., Dobrev, D., Plachyiski, D., Stoychev, S., Nedyalkov, N., Dobrev, V. 2024. Spatial distribution of nocturnal raptor species (Aves: Strigiformes) in the Upper Thracian lowland. *Ecologia Balkanica*. In press.

Участия в научни конференции:

1. **Hristova, P.**, Popgeorgiev, G., Dobrev, V., Dimitrov, H. Plachyiski, D. 2022. Preliminary results of the composition, numbers and density of breeding birds in the Western Upper Thracian lowland. Third National Young Scientists Conference on Biology. Plovdiv. Poster Session
2. **Hristova, P.**, Popgeorgiev, G., Dobrev, V., Dimitrov, H. Plachyiski, D. 2024. Birds composition in forest fragments across the Western Upper Thracian lowland. International Conference One Health and Zoology 2023 Hisarya. Oral Presentation

Благодарности

Издавам искрени благодарности на колегите от катедра „Зоология“ за гласуваното доверие и предоставената възможност за разработване на настоящата тема.

Благодаря на моя научен ръководител доц. Д-р Христо Димитров за неограничената подкрепа и търпение, за доверието и напътствията по време на моята работа.

Издавам сърдечни благодарности на моя научен ръководител доц. Д-р Георги Попгеоргиев за търпението и подкрепата, предоставените методически препоръки и разбирането, оказаната помощ при анализа на данните и процеса на моделиране.

Издавам специални благодарности на д-р Владимир Добрев за съветите, напътствията и куража, неограничената теоретична и теренна помощ за реализиране на настоящия труд.

Специални благодарности издавам на д-р Димитър Плачийски за безценната помощ, съвети и съдействие за разработване на дисертационния труд, както и за гласуваното доверие и подкрепа през всички години на професионалното ми развитие.

Издавам специални благодарности на д-р Добромир Добрев за подкрепата, съветите и безценната теренна и теоретична помощ.

Издавам благодарности на д-р Димитър Демерджиев за подкрепата и съветите при реализиране на настоящия труд.

Признателна съм на моите приятели: Здравка Тасева и Едита Дифова за вдъхновението, теренната помощ и моралната подкрепа. На Светлозар Тасев, Чавдар Грънчаров, Димитър Попов, Галина Мешкова за приятелството и куража.

Благодарности на моето семейство, на майка ми и брат ми, за безусловната подкрепа, проявеното търпение и разбиране през всички тези години.

Благодаря и на целия екип на Българско дружество защита на птиците (БДЗП)/ Birdlife Bulgaria за подкрепата и разбирането.

Благодаря на екипа на Зелени Балкани за предоставената техническа помощ през първата година от теренните проучвания.

Благодаря на Българска Фондация Биоразнообразие за предоставената частична финансова помощ в рамките на проект “Game over? Do not climate change end the game”.

Издавам своите сърдечни и специални благодарности на всички онези, помогнали за осъществяването на настоящия труд и които съм пропуснал да изброя.