

УНИВЕРСИТЕТ ЗА НАЦИОНАЛНО И СВЕТОВНО СТОПАНСТВО
КАТЕДРА „ИКОНОМИКА НА ПРИРОДНИТЕ РЕСУРСИ“

Мария Кръстева Топчиева

ЕКОЛОГИЧНИЯТ ОТПЕЧАТЪК
ПРИ ОПТИМИЗАЦИЯТА НА ПРОИЗВОДСТВЕНАТА
СТРУКТУРА НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ СТОПАНСТВА

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен “доктор”,
професионално направление 3.8 Икономика, научна специалност
Икономика и управление /Екоикономика/

Научен ръководител:

Доц. д-р Янка Казакова-Матева

София

2022

Дисертационният труд се състои от увод, изложение, представено в четири глави, заключение, списък на използваните литературни източници, списък на използваните съкращения, списък на фигурите, списък на таблиците и приложения. Дисертационният труд обхваща 265 страници, от които 225 страници изложение, 21 страници списък на информационните източници и 19 страници приложения. Изложението съдържа 18 фигури и 48 таблици. Информационните източници включват 235 заглавия, от които 81 на български и 154 на английски език.

Дисертационният труд е обсъден в катедра “Икономика на природните ресурси” при УНСС - София на 24.02.2022 г. и насочен за защита със Заповед на Ректора на УНСС.

Авторът на дисертационния труд е задочен докторант в катедра “Икономика на природните ресурси”.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 14.06.2022 г. от 11:00 часа в зала 2032А на Университета за национално и световно стопанство – София, на открито заседание на Научно жури. Материалите по защитата са на разположение в сектор “Научни съвети и конкурси” и на интернет страницата на УНСС – София: <http://unwe.bg/>.

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на темата

Селското стопанство оказва все по-нарастващ натиск върху околната среда. Сред причините за този натиск е необходимостта от непрекъснато увеличаване на селскостопанската продукция, обусловена от фактори като нарастване на населението, нарастване на доходите, глобалния икономически растеж и промените в технологиите и в източниците на енергия (Edenhofer et al., 2014; Blanco et al., 2014). Брутната продукция от селското стопанство в света е нараснала три пъти в периода от 1961 до 2010 г., като най-много е нараснало производството на месо и мляко (Antonopoulos et al., 2018). В периода от 1962 г. до 2003 г. консумацията на месо в развиващите се страни е нараснала от 10 на 29 кг/човек/година, а консумацията на мляко – от 28 на 48 кг/човек/година. Същевременно, прогнозите по отношение на бъдещите нужди от храна, фураж и влакна в следващите няколко десетилетия са за нарастване с 50 и дори 70% спрямо нивата през 2000 г. (Janssen and Oenema, 2008; Antonopoulos et al., 2018).

Увеличението на селскостопанското производство в съчетание със зависимостта на сектора от природните ресурси и околната среда поражда поредица от негативни въздействия върху околната среда. Секторът се нарежда на второ място като източник на емисии на парникови газове в глобален мащаб (Allen et al., 2014, Edenhofer et al., 2014). Влиянието му върху водните ресурси е свързано както със замърсяване на водите, така и с изчерпване на водните ресурси. Изчислено е, че през 2014 г. селското стопанство е изразходило 51% от общото потребление на сладка вода в ЕС, с което надвишава потреблението на вода от всички останали сектори взети заедно (Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2019). По отношение на почвените ресурси, интензивните производствени практики в сектора са причина за деградация на качеството на почвата, както и за загуба на органично вещество. Загубата на почва, причинена от ерозия от селскостопански дейности в света се оценява на 75 милиарда тона годишно (Antonopoulos et al., 2018). Не на последно място е влиянието на селското стопанство върху биологичното разнообразие. По данни на ООН, близо две трети от екосистемите на Земята са в състояние на „упадък“, а темпът на загуба на биоразнообразие надхвърля 100 пъти темпа на естествено изчезване на биологичните видове (European Commission, 2013). Принос за това развитие оказва и селското стопанство.

Значимостта на изброените проблеми обуславя търсенето на решения на различни нива и с участието на различни заинтересовани страни. Политиката на ЕС в областта на околната среда, както и Общата селскостопанска политика на Съюза, поставят редица цели за справяне с изброените предизвикателства, както и стимули за насърчаване на екологосъобразни практики сред земеделските стопани. Научно-изследователски центрове и международни организации изследват и разработват методики за оценка на екологичните въздействия на земеделските стопанства (Pelletier et al., 2012; Kremer, 2013; Antonopoulos et al., 2018; El Hage, 2012; FAO, 2017a; FAO 2017b; Blasi et al., 2016; Bachev, 2017; Nemecek, 2015; Nemecek et al., 2010 и др.). Въпреки това, приложението на тези методики продължава да е свързано предимно с изследователски цели, реализирани извън стопанствата. Както извън България, така и в страната, интегрирането на инструменти за управление на екологичните въздействия на земеделските стопанства в процесите на взимане на решения на самите стопанства, е по-скоро изключение.

Целта на дисертационния труд е да предложи подход, който позволява минимизиране на екологичния отпечатък на земеделското стопанство, при запазване или увеличаване на генерирания от него доход, чрез оптимизация на производствената му структура. Подобен подход, насочен за приложение от самите земеделските стопанства, целящ да ги подпомогне при взимането на управленски решения, обосновани и от екологична гледна точка, не е разработван в България към момента.

За реализация на целта са поставени следните задачи:

1. Да се анализират значимите негативни въздействия върху околната среда на селското стопанство и тенденциите в тяхното развитие;
2. Да се разгледат политиките, които адресират негативните въздействия на селското стопанство върху околната среда;
3. Да се избере методика за оценка на екологичния отпечатък на земеделските стопанства за целите на изследването;
4. Да се разработи и приложи икономико-математически модел за оптимизация на производствената структура на зърнопроизводствено стопанство спрямо екологична и/или икономическа цели;
5. Да се анализират резултатите от приложението на модела за моделно стопанство на примера на Южен централен район и за две тестови стопанства;

6. Да се разработят изводи и препоръки за приложението на модела и бъдещото му развитие и усъвършенстване.

Обект на научното изследване е производствената структура на зърнопроизводствено стопанство, която се оптимизира за постигането на екологична и икономическа цели.

Предмет на научното изследване е екологичният отпечатък на зърнопроизводствените стопанства, в контекста на възможностите за неговата оценка и използването му като критерий при оптимизиране на производствената им структура.

Ограничения по отношение на обхвата на изследването: разработеният модел за оптимизация на производствената структура на земеделските стопанства е ограничен до стопанства, специализирани в производството на зърнени и маслодайни култури. Включените в модела култури са допълнително ограничени до следните шест: пшеница, ечемик, царевица, рапица, слънчоглед и люцерна, като най-разпространени сред специализираните зърнопроизводствени стопанства в района на изследване. Оптимизационният модел е моделиран от гледна точка на земеползването, икономически и екологични аспекти и взаимовръзки, но не включва технически и ресурсни аспекти по отглеждането на изброените култури (машини, труд и др.). Осигурени са данни за отглеждането на културите при две алтернативни производствени системи: конвенционална и биологична. Негативните екологични въздействия, интегрирани в оптимизационния модел са: климатични промени, замърсяване на водите, загуба на биоразнообразие и деградация на почвата. Все пак, поради ограничения във връзка с наличните механизми за остойностяване на негативните въздействия върху биоразнообразието и почвата, минимизирането на тези две въздействия е реализирано чрез ограничения на земеползването. Поради това, екологичният отпечатък на зърнопроизводственото стопанство, който подлежи на оптимизиране в рамките на модела, се ограничава до негативните екологични въздействия: климатични промени и замърсяване на водите.

Основната изследователска теза е формулирана по следния начин:

Екологичният отпечатък на зърнопроизводственото стопанство може да бъде намален при запазване или увеличаване на brutния доход от производствената му дейност, чрез оптимизиране на производствената структура на стопанството.

В тази връзка в изследването са издигнати следните хипотези:

- 1) При наличието на подпомагане по схеми и мерки на ОСП на ниво район за планиране, биологичното производство дава най-добри възможности за едновременното подобряване на екологичния отпечатък и на brutния доход от дейността на моделното стопанство.
- 2) При наличието на подпомагане по схеми и мерки на ОСП, най-нисък екологичен отпечатък, както и най-висок брутен доход по отделно, на ниво район за планиране, се постигат при комбиниране на конвенционалната и биологичната производствени системи.
- 3) Подпомагането по схеми и мерки на ОСП дава възможност в производствената структура на зърнопроизводственото стопанство да бъдат включени култури, генериращи по-ниски емисии на вредни вещества.
- 4) Моделът за оптимизация на производствената структура на зърнопроизводствените стопанства за постигането на екологична и икономическа цели е приложим за широк обхват от стопанства, характеризирани се с различен размер, брой на отглежданите култури и производствена система (конвенционална и биологична).

Основни източници на информация за реализиране на поставените цел и задачи в дисертационния труд са:

- Научни трудове и публикации на български и чужди автори,
- Национални и европейски нормативни документи,
- Официални публикации на Министерството на земеделието, храните и горите, Националния статистически институт и Евростат,
- База данни ecoinvent,
- Информация от земеделски производители.

II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд съдържа увод, четири глави, заключение, списък на използваната литература, списъци на фигурите, таблиците и използваните съкращения, както и приложения.

Съдържанието е представено в следната последователност:

Използвани съкращения

Списък с фигури

Списък с таблици

УВОД

ПЪРВА ГЛАВА: ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО ВЪРХУ

ОКОЛНАТА СРЕДА И ПОЛИТИКИ ЗА СПРАВЯНЕ С ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА

1.1 Въздействие на селското стопанство върху околната среда

1.1.1 Ефекти от намесата на селското стопанство в кръговрата на хранителните вещества

1.1.2 Тенденции в развитието на основни негативни въздействия на селското стопанство върху околната среда

1.1.3 Изводи

1.2 Политики за намаляване на негативните въздействия на селското стопанство върху околната среда

1.2.1 Политика по опазване на околната среда

1.2.2 Обща селскостопанска политика

1.2.3 Изводи

**ВТОРА ГЛАВА: МЕТОДИЧНИ ОСНОВИ НА ОЦЕНКАТА НА ЕКОЛОГИЧНИЯ
ОТПЕЧАТЪК НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ СТОПАНСТВА**

2.1 Инструменти и подходи за оценка на екологичния отпечатък на стопанските организации

2.2 Инструменти и подходи за оценка на екологичния отпечатък на земеделското стопанство

2.3 Инструмент за оценка на екологичния отпечатък на зърнопроизводственото стопанство за целите на изследването

**ТРЕТА ГЛАВА: МЕТОДИЧЕСКИ ОСНОВИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО.
ЕКОЛОГИЧНИЯТ ОТПЕЧАТЪК ПРИ ОПТИМИЗАЦИЯТА НА
ПРОИЗВОДСТВЕНАТА СТРУКТУРА НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ СТОПАНСТВА**

- 3.1. Район за изследването
- 3.2. Разработване на модел за оптимизация на производствената структура на зърнопроизводствени стопанства
 - 3.2.1 Описание на контекста, в който се разработва модела
 - 3.2.2 Описание на модела и целите
 - 3.2.3 Описание на сценариите, включени в модела
 - 3.2.4 Определяне и групиране на променливите
 - 3.2.5 Конструирание на модела и осигуряване на необходимата информация
 - 3.2.6 Анализ на чувствителността
 - 3.2.7 Софтуер за решаване на оптимизационния модел
 - 3.2.8 Ограничения на оптимизационния модел

ЧЕТВЪРТА ГЛАВА: ЕКОЛОГИЧНИЯТ ОТПЕЧАТЪК ПРИ ОПТИМИЗАЦИЯТА НА ПРОИЗВОДСТВЕНАТА СТРУКТУРА НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ СТОПАНСТВА. ТЪЛКУВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

- 4.1 Изходни данни при сценарий 1.1 „Текуща ситуация“
- 4.2 Анализ на резултатите от проведените оптимизации на производствената структура на моделното стопанство
 - 4.2.1 Еднокритериална оптимизация по екологична цел
 - 4.2.2 Еднокритериална оптимизация по икономическа цел
 - 4.2.3 Многокритериална оптимизация на екологична и икономическа цели
 - 4.2.4 Сравнителен анализ на резултатите по трите проведени оптимизации
- 4.3 Влияние на подпомагането по Стълб I и II на ОСП (2014-2020) за оптимизацията на дейността на моделното стопанството
 - 4.3.1 Влияние на подпомагането по ОСП при сценарий „Комбинирано производство“
 - 4.3.2 Влияние на подпомагането по ОСП при сценарий „Конвенционално производство“
 - 4.3.3 Влияние на подпомагането по ОСП при сценарий „Биологично производство“
- 4.4 Анализ на чувствителността
- 4.5 Апробиране на оптимизационния модел за тестови зърнопроизводствени стопанства

4.5.1 Оптимизация на производствената структура на конвенционално тестово стопанство

4.5.2 Оптимизация на производствената структура на биологично тестово стопанство

4.6 Изводи

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЯ

III. КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ПЪРВА ГЛАВА: ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА И ПОЛИТИКИ ЗА СПРАВЯНЕ С ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА

1.1 Въздействие на селското стопанство върху околната среда

Първият параграф представя анализ на значимите негативни въздействия, които селското стопанство оказва върху околната среда. В дълбочина са разгледани негативните ефекти от намесата на селскостопанските дейности в глобалните кръговрати на основните макроелементи (азот, фосфор) и на въглерода. След категоризирането на въздействията по различни признаци, за всяко от тях са търсени отговори на въпросите за същността на проблема (причини и ефекти), за приноса на селското стопанство за цялостния размер на проблема, както и за тенденциите в неговото развитие (на национално и европейско ниво). На тази база, от общата картина на значимите екологични въздействия, за които допринася селското стопанство, са установени онези, които имат най-сериозни размери и значение в България. Те са обобщени за всеки от компонентите на околната среда:

Въздух

От гледна точка на качеството на въздуха и неговото замърсяване, селското стопанство допринася в най-голяма степен за емисиите на амоняк (NH_3). Въпреки намалението на емисиите на газа в периода 1990-2016 г. на ниво ЕС-28, както и в България, в периода 2011-2016 г. се отчита нарастване на емисиите на амоняк и на двете места (Eurostat, 2019a). Процесите, които допринасят за генерирането на амоняк, са свързани основно с управлението на оборския тор и употребата на синтетични торове.

Климат

Промените в климата са едно от най-сериозните предизвикателства, пред които е изправено човечеството в днешни дни. Но за разлика от световната тенденция на безпрецедентно нарастване на глобалните емисии на парникови газове от антропогенни източници (1970-2010 г.), ЕС-28 отчита намаляване на парниковите емисии в периода 1990-2016 г. Това се дължи на различни мерки, свързани с преминаването към горива с по-нисък въглероден интензитет, енергия от възобновяеми енергийни източници и др. (European Environment Agency, 2018a). България, както и други държави от Източна Европа също реализират спад в емисиите на парникови газове, но предимно по причини, дължащи се на

преминаването от планова към пазарна икономика и свързаните с това икономически процеси. Въпреки това, емисиите от селското стопанство в България след 2005 г. бележат сериозен ръст, като сред основните причини за нарастването се посочва увеличеното използване на химически торове (Executive Environment Agency, 2018a). Процесите, които съставляват основния дял от парниковите емисии на селското стопанство в България са обработването на земята, чревната ферментация на преживните животни и управлението на оборския тор.

Водни ресурси

Потреблението на азотни и фосфатни торове в света бележи ръст (FAOSTAT, 2019), като България и Европа не са изключение от тази тенденция, съгласно данните за нетните баланси на азота и фосфора. Но докато България регистрира удвояване в нетния излишък на азота, то тя е сред страните с най-висок дефицит на фосфор в земеделските земи в ЕС-28 (European Commission, 2018a). Азотният излишък е пряко свързан със замърсяването на водите с нитрати, като България е сред страните в ЕС-28, които отчитат поляризиране на ситуацията със замърсяването на подпочвените води с нитрати в периода 2012-2015 г. (European Commission, 2018a). То се изразява във влошаване качеството на водите в замърсените райони, докато в някои чисти райони се отчита подобрение. Тенденцията по отношение качеството на повърхностните води в България през същия период показва намаляване на водите в отлично състояние и запазване на водите в лошо и гранично състояние. По отношение на „цъфтежа на водата“, както е известно явлението еутрофикация, България е сред страните в Европа с относително нисък дял станции в реки с хипертрофна и еутрофна фаза (European Commission, 2018b). За сметка на това, тя е сред страните с най-висок дял на станциите в езера в хипертрофна и еутрофна фаза, а Черно море е сред засегнатите от еутрофикация морета в Европа (European Commission, 2018b, Erisman et al., 2011). По отношение на замърсяването на водите с пестициди, данните за България показват превишавания на граничните стойности на пестициди в подпочвените води в областта на Дунавската равнина (Eurostat, 2019c). Съгласно данните на Европейската агенция по околната среда, проблемът с киселяването на водата не е значим за територията на България (European Environment Agency, 2012).

Свърхексплоатацията на подпочвените води и реките е сериозен проблем в западна и източна Европа, довел до недостиг на вода и засушаване в райони на западна и южна

Европа. Все пак, благодарение на благоприятните си водни запаси и климат, България е сред страните със сравнително нисък индекс на експлоатация на водните ресурси (Eurostat, 2019d). От гледна точка на потреблението на вода от селското стопанство, България е сред страните със средно потребление (Eurostat, 2019d). Въпреки това, съществува вероятност ситуацията да се промени в близките години в посока на нарастващ натиск върху водните ресурси в резултат от промените в климата и екстремните метеорологични явления на засушаване и горещи вълни, които се очаква да се засилят в южна и централна Европа (Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2017).

Почва

Деградацията на почвата е сериозен проблем в Европа, сред основните причини за който са неподходящи практики в селското и горското стопанство (European Commission, 2006). Средният размер на водоплощната ерозия в България надвишава двойно максималната загуба на почва, която може да бъде възстановена в период от 50-100 години (Antonopoulos et al., 2018). Все пак, в страната се регистрира и положителна тенденция във връзка с територията с висока степен на водоплощна ерозия, която намалява наполовина в периода 2000-2012 г. (Eurostat, 2019f). Въпреки че ветровата ерозия се счита за по-незначителна по мащаб от водоплощната, България е сред страните в ЕС-28 с най-висока степен на този вид ерозия на почвата (Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2019).

Скоростта на загуба на органично вещество в земеделската земя варира значително на територията на ЕС и зависи от практиките по отглеждане на растенията, от типа на растителната покривка, степента на отводняване на почвата и атмосферните условия (European Commission, 2019d). България се отличава от повечето държави в Съюза по разпределението на органичния въглерод в земеделските земи, тъй като най-голям дял от него се намира в обработваемите земи, а не в пасищата, както е средното разпределение на ниво ЕС-27 (European Commission, 2019d). Въпреки това, органичния въглерод на килограм почва в България е двойно по-нисък от средното за ЕС-27. Използваните за анализа данни във връзка уплътняването и засоляването на почвата не позволяват да се направят изводи във връзка с тенденциите при тяхното развитие през последните десетилетия. От анализа се установи, че проблемът със запечатването на почвата не е значим на територията на

България и останалите държави на Балканския полуостров (Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2019).

Биологично разнообразие

Загубата на биоразнообразие е проблем, който протича в глобален мащаб с голяма скорост. И докато България е сред страните с най-богато биологично разнообразие в Европа, данните за консервационния статус на селскостопанските местообитания в страната показват, че огромна част от тях са в незадоволително състояние (European Commission, 2019f). Неблагоприятни са и данните във връзка с популациите на птиците в земеделските земи в страната, които показват сериозно намаляване, надвишаващо значително средната стойност за ЕС-28 (European Commission, 2019f). Както посочва Европейската агенция по околна среда в своя доклад, ще бъдат необходими сериозни усилия и консервационни дейности, за да се преодолеят настоящите тенденции (European Environment Agency, 2016a).

1.2 Политики за намаляване на негативните въздействия на селското стопанство върху околната среда

Във втория параграф се разглеждат националните и европейски политики, целящи намаляване на негативните въздействия на селското стопанство върху околната среда. Те са разгледани в контекста на техните цели и инструменти, както и по отношение на изискванията и ограниченията, които поставят на земеделските стопанства в България.

На ниво ЕС са разгледани: Политиката по опазване на околната среда, Общата селскостопанска политика и правилата за кръстосано съответствие. Европейските политики залагат високи цели по отношение на опазването на биологичното разнообразие, почвеното плодородие, чистотата на водите и атмосферния въздух, както и по отношение на борбата с климатичните промени и адаптацията към тях. Тези цели са интегрирани в националните политики в областта на селското стопанство и околната среда на България, което поражда както задължителни, така и доброволни ангажименти по опазване на околната среда за земеделските стопани в страната. Сред задължителните ангажименти е изпълнението на изискванията за кръстосано съответствие. Те включват Законоустановените изисквания за управление съгласно правото на ЕС, и Стандартите за добро земеделско и екологично състояние. От гледна точка на зърнопроизводствените стопанства, тези изисквания съдържат правила и рамки, чието спазване има за цел да осигури опазване на водите от замърсяване, както и опазване на почвата и биологичното разнообразие. На следващо място

са схемите и мерките на ОСП, предоставящи целенасочено подпомагане на земеделските производители. Участието в тях е доброволно, но все пак налага допълнителни изисквания и санкции при неизпълнението им.

На базата на направения преглед са избрани схеми и мерки на ОСП, приложими за зърнопроизводствените стопанства в България: Схема за единно плащане на площ, Схема за плащане за селскостопански практики, които са благоприятни за климата и околната среда, Мярка 11 – Биологично земеделие на ПРСР 2014-2020 г., както и изискванията за кръстосано съответствие по отношение на сеитбооборота и опазване на елементите на ландшафта. Техните изисквания, както и подпомагането, което предоставят (директни и компенсаторни плащания), са интегрирани в оптимизационния модел, съответно под формата на ограничения за земеползването и икономически коефициенти.

ВТОРА ГЛАВА: МЕТОДИЧНИ ОСНОВИ НА ОЦЕНКАТА НА ЕКОЛОГИЧНИЯ ОТПЕЧАТЪК НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ СТОПАНСТВА

2.1 Инструменти и подходи за оценка на екологичния отпечатък на стопанските организации

Първият параграф разглежда развитието на инструментариума за оценка на екологичния отпечатък и устойчивостта на стопанските организации.

Инструментите за корпоративна устойчивост започват своето развитие през 70-те години на 20ти век и преминават през няколко фази (Rahdari и Rostamy, 2015). Третата фаза е свързана с институционализацията на концепцията за трите базови критерия (Triple Bottom Line). Според нея, организацията трябва да проследява широк спектър от стойности, които измерват нейните резултати по отношение на трите основни стълба на устойчивостта – дългосрочно икономическо развитие, социално равенство и екологична отговорност. Концепциите за КСО и за устойчивост на корпоративно ниво са приели множество форми и са били дефинирани по много начини в зависимост от времето и/или контекста, в който са разработвани и все още няма универсална и общоприета дефиниция за корпоративна устойчивост (Rahdari и Rostamy, 2015).

Индикаторите от типа „отпечатък“ набират популярност в началото на 21ви век. Освен екологичния отпечатък (Wackernagel и Rees, 1998), популярност придобиват и водния отпечатък (Hoekstra, 2003), въглеродния отпечатък (Wiedmann и Minx, 2008), азотния

отпечатък (Leach et.al., 2012), отпечатъка върху биоразнообразието (Lenzen et al., 2012) и др. Всички те имат за цел да информират потребителите за въздействието, което тяхното потребителско поведение оказва върху екосистемите или върху отделна тяхна част.

Специално внимание е отделено на Инициативата за екологосъобразност на продуктите и организациите, реализирана от Европейската комисия. Тя разработва две хармонизирани европейски методики за оценка на отпечатъка върху околната среда: на ниво продукт и на ниво организация. Двете методики са базирани на подхода за оценка на база жизнения цикъл и изпълняват изискванията на стандарт ISO 14044. Те имат за цел да осигурят повишена възпроизводимост и последователност на методологичното приложение на оценките.

Параграфът завършва с изводи, направени в резултат от проведения преглед. Първо, съществуват много и разнообразни инструменти, проследяващи в различна степен компоненти от икономическото, социалното и екологичното представяне на организациите. Наличието на много инструменти е показател за важността и актуалността на тематиката, но същевременно затруднява организациите при избора на конкретен инструмент, който да използват в своята дейност. Също така, липсата на универсални правила и стандарти при разработването на отделните инструменти води до невъзможност за сравняване на резултатите от проведените оценки. Установи се, че оценките на база жизнения цикъл на продуктите предоставят по-цялостна и надеждна информация по отношение на екологичните въздействия на организациите. Те обхващат всички фази от жизнения цикъл на продуктите (от добива на суровини за производството, през транспорта и потреблението до управлението на отпадъците) и включват широк обхват от въздействия върху околната среда. Това предотвратява опасността от пропускане на значими въздействия при провеждането на анализи и дава възможност на стопанските организации да взимат решения, обосновани и от екологична гледна точка.

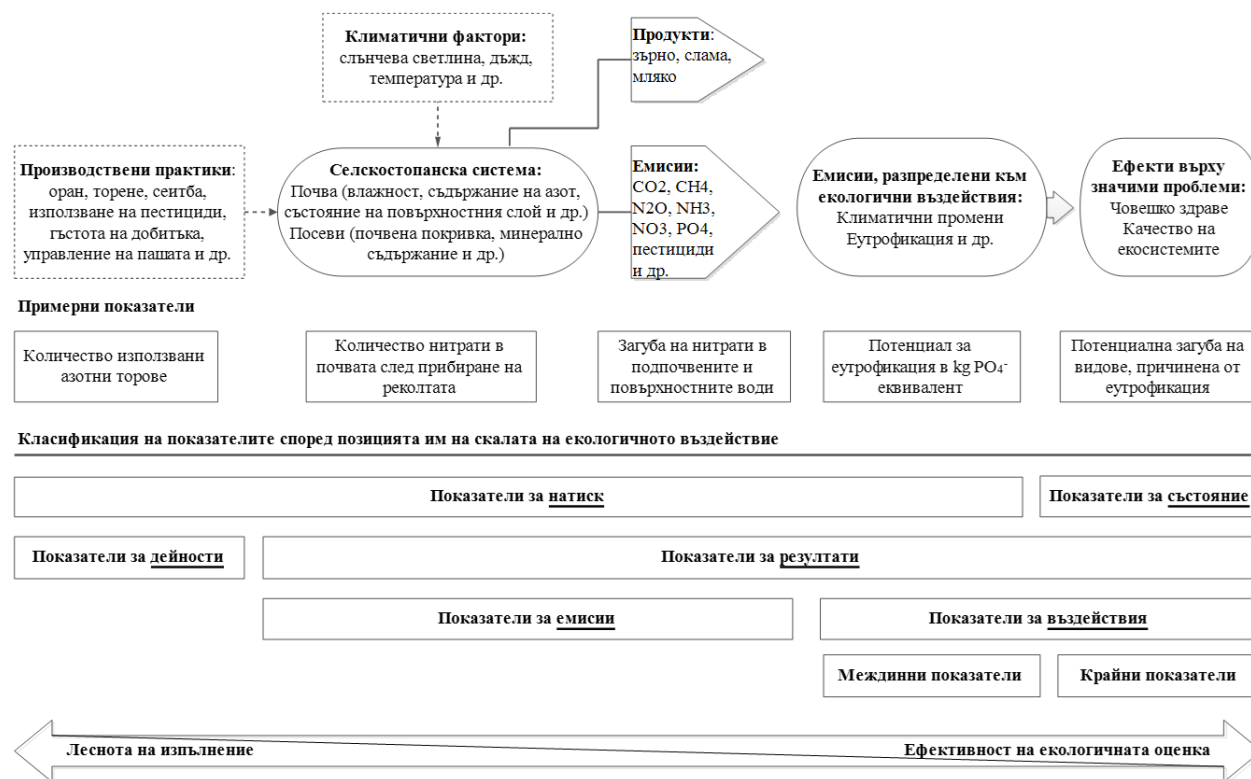
2.2 Инструменти и подходи за оценка на екологичния отпечатък на земеделското стопанство

Параграфът разглежда подходи за оценка на въздействието върху околната среда, разработени конкретно за земеделски стопанства. Обърнато е специално внимание на базовата градивна единица на оценките – показателите. Съгласно една от дефинициите, „показателите са алтернативни измервания, използвани за определяне на състоянието на

даден проблем в случаите, в които това състояние не може да бъде измерено директно по технически или финансови причини“ (Mitchell et al, 1995, цитирано в Van der Werf and Petit, 2002).

Разгледани са класификации на показателите за оценка на въздействието върху околната среда на земеделското стопанство. Reraг и колеktiv (2017) открояват две основни категории показатели: единични екологични показатели и показатели за цялостна оценка на ниво стопанство. Единичните екологични показатели биват допълнително разграничени според позицията им на скалата на екологичното въздействие, която свързва селскостопанските практики с въздействията върху околната среда (Фигура 1). В този контекст, авторите разграничават: (i) показатели за натиск и състояние, (ii) показатели за дейности и резултати, (iii) показатели за емисии и въздействия, и (iv) междинни и крайни показатели; като четирите групи показатели не се изключват взаимно. Reraг и колеktiv (2017) посочват, че в зависимост от положението на показателите на скалата на екологичното въздействие, съществува обратна зависимост между това колко лесно изпълнима е една екологична оценка и колко адекватна или релевантна е тя в екологичен план. Така например, показателите в началото на скалата (напр. количество използван азотен тор) са по-лесни за остойностяване от показателите на края на скалата (напр. потенциална загуба на биологични видове в резултат от еутрофикация). Въпреки това, показателите в началото на скалата не дават реална представа за екологичните въздействия, оказани от селскостопанските практики. За сметка на това, показателите в края на скалата дават много повече информация за екологичните въздействия, но също така изискват голямо количество данни, сложни модели за оценка на въздействието, свързани са с високи разходи и несигурност на оценката. Именно поради високата несигурност и сложност при използването на показатели от края на скалата на екологичното въздействие, се счита, че междинните показатели осигуряват най-добро съотношение между точност и ефективност на показателя. Те следва да бъдат предпочитан вариант при извършването на оценки в случаите, в които не е възможно използването на крайни показатели.

Фигура 1. Показатели за оценка на отпечатъка върху околната среда на земеделското стопанство според позицията им на скалата на екологичното въздействие



Източник: Payraudeau and van der Werf, 2005; Van der Werf and Petit, 2002

2.3 Инструмент за оценка на екологичния отпечатък на зърнопроизводителното стопанство за целите на изследването

Третият параграф е посветен на избора на инструмент за оценка на екологичния отпечатък за целите на изследването. За целта е разработен набор от критерии:

- научно разработен инструмент, признат от научната общност и подлежащ на развитие;
- достъпна методологична документация;
- приложение в селското стопанство на ниво земеделско стопанство;
- широк обхват от екологични въздействия, покриващ в максимална степен значимите въздействия на производството на зърнени култури;
- достъпни за преглед научни изследвания;

- възможност за интегриране на инструмента в оптимизационен модел за намаляване на екологичните въздействия на стопанството.

Въз основа на изброените критерии, за целите на изследването е избран подходът за оценка на въздействието върху околната среда на база жизнения цикъл на продуктите (Life Cycle Assessment/ LCA). Подходът е научно обоснован и широко признат в научната общност. Намира се в зрял етап от своето развитие и разполага с голям брой документирани и широко приложени методики за оценка на въздействието върху околната среда. ReCiPe (Huijbregts, et al., 2016; Huijbregts, 2017) е сред най-актуалните и еволюирали методики, обхващаща голям диапазон от екологични въздействия, за които разполага със синхронизирани методи за оценка на въздействието (Hauschild, 2011; Chomkhamstri, 2011). Въпреки факта, че LCA е първоначално разработена за използване в по-контролирани заводско-индустриални комплекси, в научната общност няма колебание за това че методологията е подходяща за приложение в селското стопанство (Horne et al., 2009). Все пак, поради установени в литературния преглед ограничения на подхода по отношение на оценката на негативните въздействия върху почвата и биологичното разнообразие, тези две въздействия няма да бъдат проследявани чрез LCA. За целите на изследването, терминът „екологичен отпечатък на зърнопроизводственото стопанство“ се ограничава до въздействията: климатични промени (глобално затопляне) и замърсяване на водите с фосфор и азот (еутрофикация на сладки води и еутрофикация на морски води). Данните за въздействията на килограм продукция за всяка от участващите в оптимизационния модел земеделски култури и земеползвания, по отношение на посочените въздействия, са осигурени от база данни ecoinvent по методиката ReCiPe.

ТРЕТА ГЛАВА: МЕТОДИЧЕСКИ ОСНОВИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО. ЕКОЛОГИЧНИЯТ ОТПЕЧАТЪК ПРИ ОПТИМИЗАЦИЯТА НА ПРОИЗВОДСТВЕНАТА СТРУКТУРА НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ СТОПАНСТВА

3.1. Район за изследването

Първият параграф на трета глава е посветен на избора на район на изследването. Районът е необходим за целите по разработване и апробиране на модела за оптимизация на производствената структура на земеделски стопанства. Той се приема като моделно

растениевъдно стопанство, със своите размери, производствена структура и свързаните с тях параметри.

В контекста на проведен анализ на развитието на производството на зърнените и маслодайни култури в периода 2002-2017 г., за район на изследването е избран Южен централен район (NUTS II код: BG42). Изборът се основава на следните фактори:

1. наличие на необходимите условия за производство на зърнени и маслодайни култури;
2. традиции и водеща позиция на района в производството им близкото минало;
3. сериозен спад и последваща тенденция на поетапно възстановяване на площите, заети с двата вида култури;
4. наличие на двата вида производствени системи – биологична и конвенционална;
5. наличие на контакти в района с цел апробиране на създадения модел в реални зърнопроизводствени стопанства.

3.2. Разработване на модел за оптимизация на производствената структура на зърнопроизводствени стопанства

Във втори параграф на трета глава са представени методическите основи на изследването.

3.2.1 Описание на контекста, в който се разработва модела

В параграфа е направено представяне на района на изследване, включващо релеф, описание на територията, динамика в развитието на ИЗП и обработваемата земя, производствена структура в растениевъдния сектор, количество произведена продукция, средни добиви и др. Тези данни са използвани при моделирането на моделното стопанство в рамките на оптимизационната задача.

Разгледана е основната производствена структура на растениевъдните стопанства, специализирани в производството на житни, маслодайни и протеинови култури в Южен централен район през 2013 г. На тази база са избрани културите от интерес за разработката: пшеница, ечемик, царевица, слънчоглед, рапица и люцерна.

3.2.2 Описание на модела и целите

Оптимизационният модел е разработен на база метода на линейното целево програмиране с фокус върху решаването на икономико-математически задачи в селското

стопанство по методиката на Николов и колектив (1994), адаптиран към многоцелеви за нуждите на агро-екологичното оптимизиране от Казакова (Казакова, 2006). Моделът се състои от целева функция, цели и ресурсни ограничения, към които е интегрирано и екологично измерение.

Параграфът съдържа и описание на двете основни цели на модела:

- 1) **Екологична цел** – да се минимизира негативното въздействие върху околната среда на зърнопроизводственото стопанство чрез минимизиране на приноса към изменението на климата, замърсяването на водата, загубата на биоразнообразие и деградацията на почвата;
- 2) **Икономическа цел** – да се максимизира брутният доход на зърнопроизводственото стопанство.

Във всеки от разглежданите сценарии, двете цели трябва да бъдат постигнати едновременно чрез многокритериална оптимизация. Двете цели са продиктувани от необходимостта стопанството да осигури както своята жизнеспособност и възможности за развитие, така и доброто състояние на природната среда, от което зависи производството му в дългосрочен план. Същевременно, всеки от сценариите включва провеждането и на еднокритериални оптимизации спрямо самостоятелните екологична и икономическа цели, което позволява да се оцени диапазона в който могат да варират различните показатели за дейността на стопанството, както и да се направи паралел между най-екологосъобразните и най-доходоносните земеделски култури отглеждани в стопанството.

3.2.3 Описание на сценариите, включени в модела

Моделът включва три основни сценария, разграничени според производствената система на стопанството: конвенционално производство, биологично производство и комбинация от двете системи (Таблица 1). Всеки от трите сценария цели да покаже каква би била ситуацията, ако цялата обработваема земя на стопанството се използва за отглеждане на културите при избраната производствена система/ тяхна комбинация. Текущата ситуация на стопанството се разглежда в спомагателен сценарий. Той служи за извеждане на целеви ограничения за екологичната и икономическата цели, както и за сравнение с резултатите на останалите сценарии.

Таблица 1. Сценарии, включени в модела за оптимизация на производствената структура на зърнопроизводствени стопанства

Сценарий	Подпомагане по ОСП		
	Без подпомагане	Сълб I	Сълб I и Сълб II
1. Текуща ситуация	Не е приложимо		Сценарий 1
2. Комбинирано производство	Сценарий 2.1	Сценарий 2.2	Сценарий 2.3
3. Конвенционално производство	Сценарий 3.1	Сценарий 3.2	
4. Биологично производство	Сценарий 4.1	Сценарий 4.2	Сценарий 4.3

Източник: собствено изследване

Трите основни сценария на модела (2, 3 и 4) се разглеждат в три варианта. Тези варианти позволяват да се оцени приноса на подпомагането по избраните схеми и мерки на ОСП насърчаващи екологосъобразни практики при производството, по отношение на екологичните и икономическите резултати на стопанството. Първият вариант на сценариите не включва никаква форма на подкрепа от ОСП, докато при другите два поетапно се добавя размера на подпомагането по следните схеми и мерки: Схемата за единно плащане на площ (СЕПП) и по Схемата за плащане за селскостопански практики, които са благоприятни за климата и околната среда (Зелени директни плащания – ЗДП) (Варианти II и III); Мярка 11 „Биологично земеделие“ от Програмата за развитие на селските райони (ПРСР) 2014-2020 г.) (Вариант III).

3.2.4 Определяне и групиране на променливите

В четвъртия параграф са представени променливите в оптимизационния модел, разделени в три групи в зависимост от ролята, която изпълняват: главни спомагателни и цели.

Главните променливи включват променливи на земеползването. Те обозначават площите, заети от отделните култури при всяка от двете производствени системи (пшеница, ечемик, царевица, рапица, слънчоглед и люцерна); площите със земя под угар и с елементи на зелената и синя инфраструктура.

В групата на спомагателните променливи са включени четири групи неизвестни: земеползване, екологични, икономически и производствени. Получените стойности за спомагателните променливи улесняват разчитането на резултатите на отделните сценарии на модела и провеждането на сравнителния анализ.

Целевите променливи обозначават най-важните показатели, чието оптимизиране се цели от модела.

3.2.5 Конструирание на модела и осигуряване на необходимата информация

Параграфът представя същинската част на оптимизационния модел – съвкупността от уравнения и неравенства, изразяващи целевите и спомагателните ограничения на модела. Дадено е подробно описание на произхода и съдържанието на икономическите и екологичните коефициенти, както и на всички други числови стойности, заложи в модела.

За всеки от сценариите са описани:

- целева функция и целеви ограничения,
- ограничения за земеползването,
- ограничения за развитие на зърнените и маслодайните култури,
- ограничения за площи с биологично и конвенционално производство,
- ограничения съгласно изискванията на схемите и мерките за подпомагане,
- ограничения за предотвратяване загубата на биоразнообразие,
- ограничения за предотвратяване деградацията на почвата,
- спомагателни екологични ограничения,
- спомагателни икономически ограничения,
- спомагателни ограничения за произведената продукция.

3.2.6 Анализ на чувствителността

Приносът към климатичните промени е най-значимото екологично въздействие в оптимизационния модел, тъй като участва в целевата му функция. Поради това, при анализа на чувствителността на модела се извършва проверка на неговата устойчивост спрямо използвания метод за остойностяване на приноса към климатичните промени на стопанството. За целта, екологичните коефициенти в спомагателните уравнения за приноса към климатичните промени в сценарий 2 „Комбинирано производство“ се заменят: вместо коефициентите, изчислени по метода ReCiPe Midpoint (H) V1.13, се използват коефициенти, изчислени по метода IPCC 2013 (IPCC, 2013). Метод IPCC 2013 е избран за анализа на

чувствителността, тъй като е сред водещите методи за остойносттаване на приноса към климатичните промени. Разработван от Междуправителствения комитет по изменението на климата към ООН (IPCC), той подлежи на непрекъснато доразвиване и усъвършенстване вече над 30 години (Chomkham Sri, 2011; Hauschild, 2011). Данните, получени по двата метода са напълно съпоставими, тъй като стойностите са в една и съща мерна единица (kg CO₂-eq), отнасят се до един и същи показател (GWP - потенциал за глобално затопляне), времеви хоризонт на въздействието (100 години), достъпени са от база данни ecoinvent, и се отнасят за едни и същи референтни стопанства (Wernet et al., 2016; Weidema et al., 2013).

3.2.7 Софтуер за решаване на оптимизационния модел

Разработеният модел се решава чрез специализиран софтуер за решаването на различни типове оптимизационни проблеми: LINGO версия 18.0, продукт на LINDO Systems Inc. Използвана е пълната версия на софтуерния пакет с неограничен брой на променливите и ограниченията, предоставена за безплатно ползване за образователни и изследователски цели.

3.2.8 Ограничения на оптимизационния модел

Параграфът обобщава ограниченията на разработения модел в няколко основни направления:

- **Специализация на стопанството и включени култури:** моделът е ограничен за приложение от специализирани зърнопроизводствени стопанства, отглеждани до шест от следните култури: пшеница, ечемик, царевица, рапица, слънчоглед и люцерна.
- **Производствени системи:** моделът включва две производствени системи: конвенционална и биологична.
- **Екологични въздействия:** моделът адресира следните негативни екологични въздействия от дейността на зърнопроизводственото стопанство: климатични промени, замърсяване на водата (сладки и морски води), загуба на биоразнообразие и деградация на почвата.
- **Целеви променливи.** Оптимизацията на модела в настоящия му вид се изпълнява с оглед оптимизирането на две целеви променливи: брутния доход и приноса към климатичните промени от дейността на стопанството.

- **Минимизиране на негативните екологични въздействия вместо осигуряване на „здраве“ и устойчивост на системата.**

ЧЕТВЪРТА ГЛАВА: ЕКОЛОГИЧНИЯТ ОТПЕЧАТЪК ПРИ ОПТИМИЗАЦИЯТА НА ПРОИЗВОДСТВЕНАТА СТРУКТУРА НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ СТОПАНСТВА. ТЪЛКУВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

4.1 Изходни данни при сценарий 1.1 „Текуща ситуация“ на моделното стопанство

В първи параграф на четвърта глава е представена текущата ситуация на моделното стопанство, изходна точка за следващите оптимизации. Моделното стопанство, разработено за нуждите на апробиране на оптимизационния модел, обхваща площите, заети с производство на основните зърнени и маслодайни култури, люцерна и угар в Южен централен район през 2016 г. Общият му размер се равнява на 3 074 080 дка. Производствената му структура включва предимно конвенционални площи (88,81%), както и земя под угар (10,99%). Площите с биологично производство на включените в модела култури заемат 0,2% от площта на моделното стопанство. Най-голям дял от производствената му структура имат конвенционално отглежданите пшеница (43%), слънчоглед (27%) и люцерна (7%).

Въз основа на данните за текущата производствена структура на моделното стопанство, е оценено въздействието му върху ключови компоненти на околната среда, както и генерирания брутен доход от производството. Според получените резултати, стопанството е генерирало 715 135 тона CO₂-eq, като 99,36% от тях се дължат на конвенционално отглежданите култури. Сходен е приноса на конвенционалното производство за емисиите на фосфор (99,81%) и емисиите на азот (99,89%). Общият брутен доход от производствената дейност на стопанството през 2016 г. е изчислен на 256 522 600 лв. Тази стойност включва и подпомагането по схеми и мерки на ОСП (СЕПП, ЗДП и мярка 11 „Биологично земеделие“).

4.2 Анализ на резултатите от проведените оптимизации на производствената структура на моделното стопанство

Резултатите от проведените оптимизации на производствената структура на моделното стопанство са представени във втория параграф на четвърта глава. Те са извършени за сценарии 2.3 „Комбинирано производство“, 3.2 „Конвенционално

производство и 4.3 „Биологично производство“, тъй като тези варианти включват подпомагането по ОСП (СЕПП, ЗДП и мярка 11 „Биологично земеделие“ на ПРСР 2014-2020г.) и могат да осигурят съпоставимост на резултатите спрямо изходния сценарий. Размерът на стопанството се увеличава до 4 714 650 дка, което е размера на площите, заети с отглеждането на основните зърнени и маслодайни в Южен централен район през 2002 г., когато тези площи имат максимален размер от периода 2002-2017 г.

4.2.1 Еднокритериална оптимизация по екологична цел

Еднокритериалната оптимизация по екологичната цел на модела цели да установи производствената структура на стопанството, която би генерирала възможно най-малко емисии на парникови газове, при спазване на останалите ограничения на модела. При тази оптимизация брутният доход е изключен от целевата функция, тъй като се търси най-доброто екологично решение измежду възможните комбинации от култури и производствени системи.

Най-добри екологични резултати се постигат от производствената структура на сценарий 2.3 „Комбинирано производство“. Тя успява да постигне двукратно намаление на емисиите спрямо изходната ситуация и включва предимно биологично отглеждани култури (пшеница, ечемик, слънчоглед, царевица), конвенционално отглеждана люцерна, угар и площи с елементи на ЗСИ (Таблица 2). Предпочитаните от модела култури и типове земеползване са ечемик, угар и елементи на ЗСИ, както и слънчоглед и люцерна. Площите с пшеница и царевица са на минимално допустимите размери, а рапицата не е включена в решението. Тази производствена структура е предложена и при сценарий 4.3 „Биологично производство“, който реализира малко по-високи емисии на парникови газове, но от друга страна, и по-висок брутен доход. Сценарий 3.2 „Конвенционално производство“ реализира значително по-високи екологични въздействия в сравнение с останалите сценарии, и дори извършването на еднокритериална оптимизация по екологичната цел не успява да реализира по-ниски емисии на парникови газове в сравнение с изходната ситуация на моделното стопанство. Предпочитаните от модела култури при екологичната оптимизация на сценарий „Конвенционално производство“ са сходни: угар, елементи на ЗСИ, слънчоглед и люцерна. Изключение правят площите с ечемик, които също биват минимизирани, по подобие на площите с пшеница, царевица и рапица.

Таблица 2. Еднокритериална оптимизация на производствената структура на моделното стопанство по екологичната цел

Показател	Сценарий 2.3 „Комбинирано производство“		Сценарий 3.2 „Конвенционално производство“		Сценарий 4.3 „Биологично производство“	
	Размер	% от сц.1.1	Размер	% от сц.1.1	Размер	% от сц.1.1
Парникови газове, кг CO ₂ - eq	334 827 400	46,82	813 277 200	113,72	341 268 200	47,72
Брутен доход, лв	321 891 700	125,48	323 684 200	126,18	326 390 100	127,24

Източник: собствено изследване

Трите сценария реализират близки по размер стойности по отношение на брутния доход, като най-висока стойност е постигната при сценарий „Биологично производство“. Този факт показва потенциала на биологичната производствена система за реализирането на висок размер на приходите, при същевременно значително намаляване на емисиите на парникови газове спрямо конвенционалното производство. Все пак, този резултат се дължи и на включването на компенсаторните плащания за биологично земеделие по мярка 11 на ПРСР 2014-2020 г. Въпреки че брутният доход не участва в целевата функция на екологичната еднокритериална оптимизация, и трите сценария реализират по-високи спрямо изходната ситуация стойности. Това се дължи в голяма степен на увеличения размер на стопанството.

4.2.2 Еднокритериална оптимизация по икономическа цел

Еднокритериалната оптимизация по икономическата цел на модела цели да установи производствената структура на стопанството, която генерира най-висок брутен доход, изключвайки емисиите на парникови газове от целевата функция на модела. Затова е интересно да се отбележи, че както при еднокритериалната екологична оптимизация, най-добър резултат при еднокритериалната икономическа оптимизация постига отново сценарий 2.3 „Комбинирано производство“. Въпреки това, реализираните стойности за брутен доход на трите сценария са близки и всички те успяват да постигнат значително увеличение на дохода спрямо изходния сценарий. Все пак, сценарий 3.2 „Конвенционално

производство“ се нарежда на второ място, а сценарий 4.3 „Биологично производство“ на последно (Таблица 3).

Таблица 3. Еднокритериална оптимизация на производствената структура на моделното стопанство по икономическата цел

Показател	Сценарий 2.3 „Комбинирано производство“		Сценарий 3.2 „Конвенционално производство“		Сценарий 4.3 „Биологично производство“	
	Размер	% от сц.1.1	Размер	% от сц.1.1	Размер	% от сц.1.1
Брутен доход, лв	436888200	170,31	426103500	166,11	408758200	159,35
Парникови газове, кг CO ₂ - eq	1689681000	236,27	1905600000	266,47	534162200	74,69

Източник: собствено проучване

От друга страна, сценарий „Биологично производство“ е единственият, който успява да постигне намаление на емисиите на парникови газове спрямо изходната ситуация. Фактът, че сценарият успява да реализира брутен доход, близък до брутните доходи на останалите два сценария, за сметка на намаление на парниковите емисии близо 4 пъти спрямо сценарий „Конвенционално производство“, показва значителния потенциал на тази производствена система да допринесе за реализирането на екологични цели, без да намалява значително доходността на стопанството. Останалите два сценария, паралелно с увеличението на брутният доход, реализират и значително нарастване на емисиите.

Еднокритериалната оптимизация по икономическата цел предлага идентична производствена структура на моделното стопанство при трите сценария. Следователно, разликите по отношение на стойностите на сумарните показатели за брутен доход, емисии и произведена продукция представят нагледно разликите, реализирани при една и съща производствена структура на стопанството, но различни производствени системи. Сценарий 2.3 „Комбинирано производство“ успява да постигне най-добри резултати, именно чрез комбинирането на двете системи и чрез смекчаването на техните слаби страни. Производствената структура на сценарий „Комбинирано производство“, включва предимно

конвенционално отглеждани култури (царевица, рапица, ечемик, слънчоглед), биологично отглеждана пшеница, както и минимално допустимия размер на елементи на ЗСИ. Предпочитаните от модела култури са царевица и рапица, които са увеличени до максимално допустимите размери. На другия полюс се намират угарта и люцерната, които не са включени в предложеното решение, както и пшеницата, ечемикът, слънчогледът и елементите на ЗСИ, които са на минимално допустимите от модела размери. Въпреки че предпочитаната производствена система при икономическата оптимизация е конвенционално производство, добавянето на компенсаторни плащания за биологично производство при пшеницата успява да направи по-доходоносно нейното отглеждане при биологичната производствена система.

4.2.3 Многокритериална оптимизация на екологична и икономическа цели

Многокритериалната оптимизация цели да установи производствената структура на стопанството, която би генерирала възможно най-малко емисии на парникови газове, едновременно с реализирането на най-висок брутен доход, поради което включва в целевата си функция и двете цели. При така поставените целеви ограничения на модела, най-добри резултати и по двата показателя постига сценарий 4.3 „Биологично производство“. Той е и единствения сценарий, който успява да реализира по-ниски емисии на парникови газове спрямо изходното им ниво при сценарий „Текуща ситуация“. На следващо място се нарежда сценарий 2.3 „Комбинирано производство“, който успява да запази изходното ниво на емисиите на парникови газове, и да постигне увеличение на брутния доход. Сценарий 3.2 „Конвенционално производство“ също успява да реализира увеличение на брутния доход, но не успява да постигне екологичната цел, като надхвърля максималния праг на емисиите на парникови газове от изходната ситуация (Таблица 4).

Таблица 4. Резултати при многокритериална оптимизация на производствената структура на моделното стопанство по екологичната и икономическата цели

Показател	Сценарий 2.3 „Комбинирано производство“		Сценарий 3.2 „Конвенционално производство“		Сценарий 4.3 „Биологично производство“	
	Размер	% от сц.1.1	Размер	% от сц.1.1	Размер	% от сц.1.1

Парникови газове, кг CO ₂ -eq	715134500	100,00	813277200	113,72	469920700	65,71
Брутен доход, лв	335415400	130,75	323684200	126,18	372723900	145,30

Източник: собствено изследване

За разлика от резултатите от предходните еднокритериални оптимизации, трите предложени производствени структури при многокритериалната оптимизация се различават по-сериозно по отношение на включените култури и разпределението на техните площи. Докато сценарий 4.3 „Биологично производство“ приоритизира отглеждането на царевица и рапица, то при останалите два сценария за царевица са определени минимално допустимите площи, а рапицата е изцяло изключена. От друга страна, докато сценарий „Биологично производство“ изключва площите със слънчоглед и люцерна, то останалите два сценария максимизират площите с люцерна и включват площи със слънчоглед над средно допустимия размер. Причина за тези различия е включването на втора цел в оптимизационния модел, което налага допълнителни ограничения и предполага търсенето на компромисни варианти между установените по-рано най-икономически изгоден и най-екологичен вариант за производствена структура на стопанството.

Резултатите показват, че увеличението на размера на производствените площи на стопанството би могло да бъде извършено по екологично устойчив начин, който да намали или запази емисиите му на парникови газове, при едновременно увеличение на брутния доход. Но условие за постигането на този резултат е целесъобразния избор на култури и съответстващите им площи, както и участието на биологичната производствена система (цялостно или частично) и свързаното с нея подпомагане.

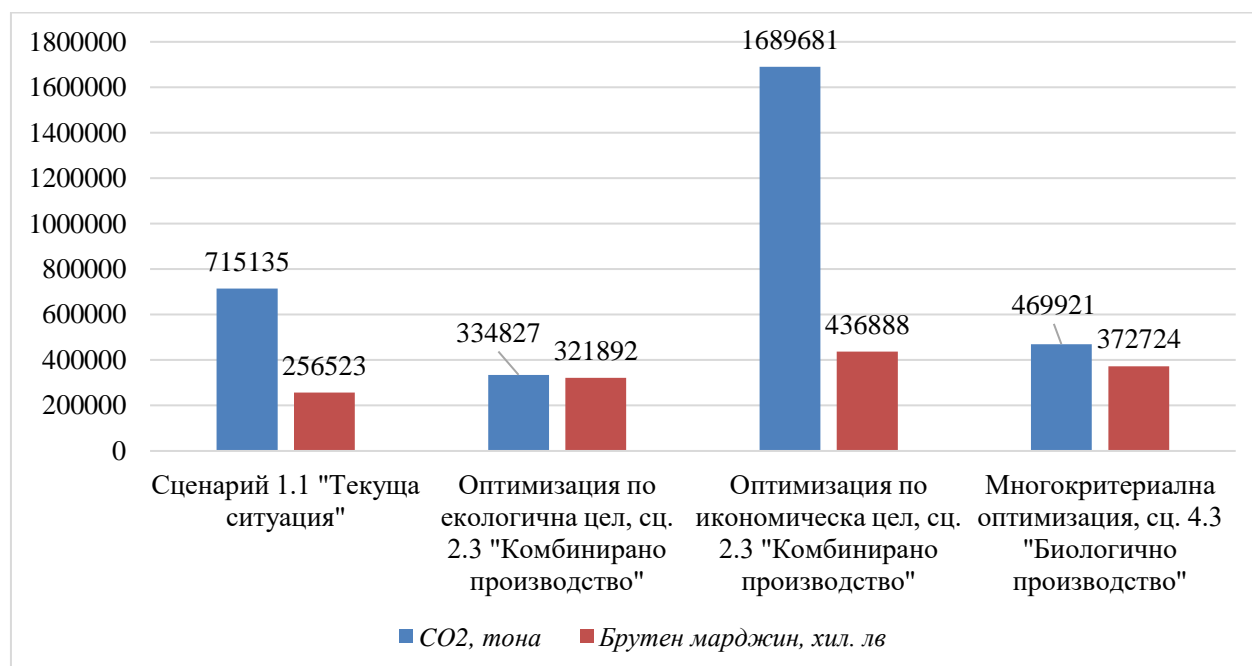
4.2.4 Сравнителен анализ на резултатите от трите проведени оптимизации

Параграфът представя сравнителен анализ на трите сценария, отличени като най-добри при проведените еднокритериални и многокритериална оптимизации.

Техният преглед установи голяма вариация в резултатите по отношение на показателя за емисии на парникови газове на стопанството. Докато при сценариите при еднокритериалната оптимизация по екологичната цел, както и при многокритериалната оптимизация, стойностите на показателя са значително намалени спрямо изходната

ситуация, то при оптимизацията по икономическата цел, където той не участва в целевата функция, неговата стойност надхвърля в пъти емисиите на парникови газове при изходната ситуация (Фигура 2). Същевременно, стойностите на brutния доход са в много по-близки граници. Този резултат демонстрира колко е важно да бъде включен показателя за емисии на парникови газове в целевата функция на оптимизацията, както и факта, че неговото участие не е необходимо да води до намаляване на brutния доход на стопанството.

Фигура 2. Брутен доход и емисии на парникови газове на отличените сценарии за всяка от проведените оптимизации



Източник: собствено изследване

По отношение на замърсяването на водите, анализът установи ниска интензивност на отделяне на емисии на фосфор при биологичната производствена система. Същевременно, емисиите на азот в много по-малка степен варират в зависимост от производствената система. В рамките на трите отличени сценария, най-ниски емисии както на азот, така и на фосфор, са реализирани при еднокритериалната оптимизация по екологичната цел. От друга страна, най-високи нива на емисиите и на двете вещества са постигнати при оптимизацията по икономическата цел.

По отношение на предпочитаните култури при отделните оптимизации, се установи, че производствените структури на сценариите, постигнали най-добри резултати при еднокритериалната оптимизация по икономическата цел и при многокритериалната

оптимизация, са изключително сходни. Те са свързани с минимизиране на площите с пшеница и ечемик, максимизиране на площите с царевица и среден до максимален размер на площите с рапица. На фона на изключително близките по култури и размер площи при двете оптимизации, основно поради различието в производствената система, стопанството реализира различаващи се в голяма степен резултати по отношение на емисиите на парникови газове и фосфор, както и количество на произведената продукция. За сметка на това, емисиите на азотосъдържащи вещества, както и брутния маржин, са не толкова различни при двата сценария. За разлика от двете сходни производствени структури, тази при екологичната оптимизация се отличава значително, като минимизира площите с царевица, рапица и пшеница, и приоритизира площите с ечемик, слънчоглед и люцерна, основно при биологично производство. По този начин тя постига най-ниския възможен размер на емисиите на парникови газове, както и на азотосъдържащи вещества, но също и най-ниския размер на произведена продукция. Същевременно, разликата в постигнатия брутен доход с останалите две оптимизации, не е толкова значима.

4.3 Влияние на подпомагането по Стълб I и II на ОСП (2014-2020) за оптимизацията на дейността на моделното стопанството

Параграфът представя анализ на резултатите от оптимизациите на трите сценария с участието на различни варианти на подпомагане. Установи се, че включването на подпомагане по Стълб I и Стълб II на ОСП оказва значимо влияние за постигането на икономическото целево ограничение при многокритериалната оптимизация на всички сценарии. В повечето случаи, включването на подпомагането по Стълб I на ОСП се оказва достатъчно за постигането на ограничението, докато включването на подпомагането по Стълб II на ОСП спомага за неговото изпълнение.

Влиянието на подпомагането по ОСП за промяната на производствената структура на стопанството е най-значимо при сценарий „Комбинирано производство“, както и при многокритериалните оптимизации на всички сценарии. То дава възможност за включването на култури, генериращи по-ниски емисии на вредни вещества, част от които са отглеждани при биологичната производствена система. По този начин, включването на подпомагане спомага освен за увеличаването на брутния доход от дейността на стопанството, така и за намаляването на емисиите на парникови газове. Това се постига при многокритериалната оптимизация на сценарий „Биологично производство“, както и при еднокритериалната

оптимизация по икономическата цел на сценарий „Комбинирано производство“. Въпреки че при еднокритериалните оптимизации на сценариите включващи една производствена система не се отчита промяна в производствената структура на стопанството в резултат от включването на подпомагане, то подпомагането допринася за изпълнение на икономическото целево ограничение при почти всички сценарии.

4.4 Анализ на чувствителността

Анализът на чувствителността на модела е извършен с оглед на неговата чувствителност към промяна на използвания метод за остойностяване на приноса към климатичните промени на стопанството. Повторно са проведени оптимизациите на сценарий 2 „Комбинирано производство“, вариант 3 „С включено подпомагане по Стълб I и Стълб II на ОСП, при което екологичните коефициенти за приноса към климатичните промени, изчислени по метода ReCiPe Midpoint (H) V1.13, се заменят с коефициенти, изчислени по метода IPCC 2013. В резултат от проведения анализ на чувствителността е установено, че избраният метод за изчисление на парниковите емисии оказва ниска степен на влияние върху оптимизираната производствена структура на стопанството, което потвърждава валидността на разработения модел и резултатите от неговото приложение.

4.5 Апробиране на оптимизационния модел за тестови зърнопроизводствени стопанства

Петият параграф представя резултатите от апробирането на разработения модел за две тестови стопанства в Южен централен район. По този начин е валидирана приложимостта на модела по отношение на стопанства с различен размер, брой на отглежданите култури, както и производствена система (конвенционална и биологична).

4.5.1 Оптимизация на производствената структура на конвенционално тестово стопанство

Първото тестово стопанство се намира в община Пазарджик, област Пазарджик. То е с размер 12 800 дка обща площ. Тестовото стопанство отглежда всички включени в оптимизационния модел зърнени и маслодайни култури, както и люцерна. Всички те са отглеждани по конвенционален начин с цел продажба. В производствената му структура има и земя под угар, която периодично променя своето местоположение и размер. На този етап в площите на стопанството не са включени елементи на ЗСИ. Спазвайки изискванията

на СЕПП и ЗДП за диверсификация на културите и ЕНП, стопанството получава подпомагане по двете схеми за целия си размер.

Текущата ситуация на стопанството за 2018 г. е изходна точка за оптимизационната задача. Изчислено е, че при настоящата му производствена структура, стопанството реализира брутен доход в размер на 832 216 лв., както и емисии на парникови газове в размер на 6 432 065 кг CO₂-eq. Установените стойности служат за поставянето на целеви ограничения за многокритериалната оптимизация.

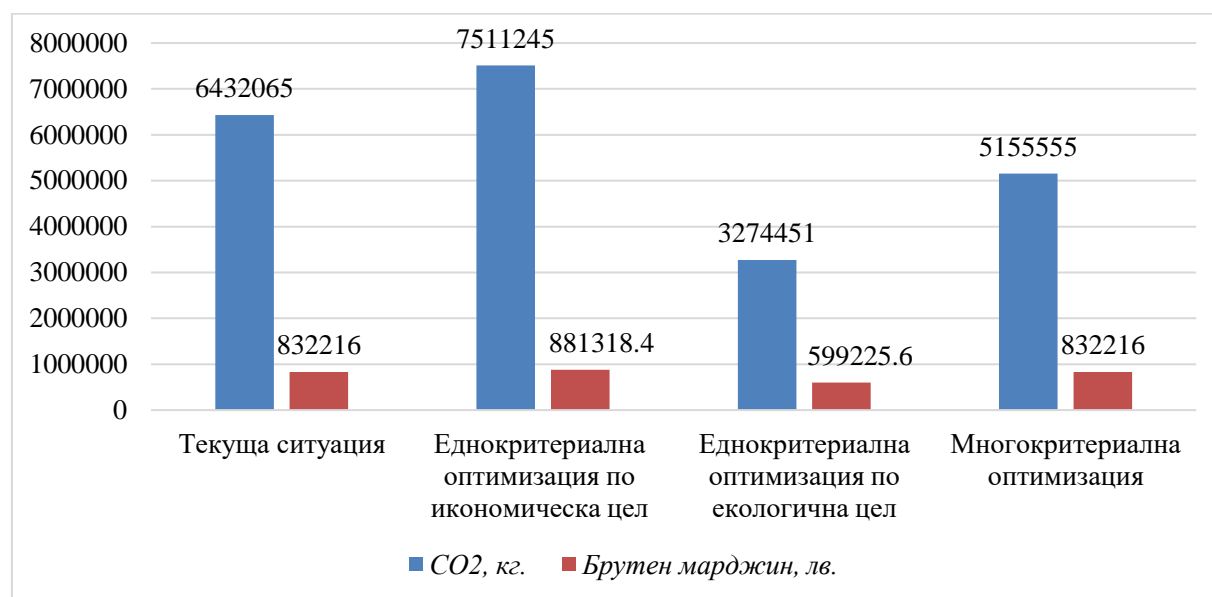
Резултатите от **еднокритериалната оптимизация по икономическата цел** показват, че постигнатият брутен доход при наличния набор от култури надхвърля brutния доход на стопанството при текуща ситуация едва с 6%. Този резултат е индикатор, че настоящото разпределение на производствените площи на стопанството генерира брутен доход близък до максимално възможния. Все пак, разликата от 6% е постигната с различно от настоящото разпределение на площите по култури, което генерира 17% повече емисии на парникови газове, но от друга страна, намалява емисиите на фосфор с 11%, емисиите на азот с 19%, и увеличава обема на продукцията с 24%.

Резултатите от проведената **еднокритериална оптимизация по екологичната цел** демонстрират капацитета за намаляване на генерираните емисии на парникови газове от стопанството, при запазване на неговите производствени площи и спазване на ограниченията за диверсификация на културите, ЕНП, опазване на почвата и биоразнообразието, без да е включено изискване за запазване на brutния доход. Резултатите показват, че съществува разпределение на производствените площи на стопанството, което успява да генерира до 49% намаление на емисиите на парникови газове на стопанството спрямо изходната ситуация. Все пак, това разпределение намалява и brutния доход от дейността с 28%. Предложената производствена структура при екологичната оптимизация води до намаление и на другите видове вредни за околната среда емисии - фосфор (-39%) и азот (-42%), но намалява значително и обема на производството (-42%).

Многокритериалната оптимизация за едновременно изпълнение на екологичната и икономическата цели успява да постигне подобрене на резултатите на стопанството спрямо текущата ситуация: запазване на размера на brutния доход и намаляване на емисиите на парникови газове с 20%. Новата производствена структура регистрира

намаление и в размера на емисиите на фосфор (-20%), на азот (-4%), но и в размера на произведената продукция (-22%).

Фигура 3. Брутен доход и емисии на парникови газове на конвенционалното стопанство за проведените оптимизации



Източник: собствено изследване

Икономическата и екологичната оптимизации очертават границите за най-добрите възможни резултати за брутния доход и емисиите на парникови газове по отделно, и илюстрират цената, която се заплаща в резултат от изключването на втория критерий на оптимизацията. Прави впечатление, че най-близко до текущата ситуация, се намира икономическата оптимизация. Въпреки това, най-балансирано решение дава именно многокритериалната оптимизация.

По отношение на конвенционално отглежданите култури, предложени в оптимизираните производствени структури, следва да се отбележи, че конвенционално отглежданите пшеница, ечемик и слънчоглед са непредпочитани култури както при икономическата, така и при екологичната оптимизации. Това се дължи на факта, че те имат по-балансирано съотношение между икономическия и екологичния коефициенти. За разлика от тях, царевичката е силно предпочитана при икономическата оптимизация, тъй като е най-доходоносна, но същевременно и най-замърсяваща по отношение на CO₂-eq. В неин противовес се намира люцерната, която е с най-ниски парникови емисии, но и най-нисък брутен доход. Тя е предпочитана култура при екологичната оптимизация.

Същевременно, най-предпочитани при многокритериалната оптимизация, са двете маслодайни култури: слънчоглед и рапица.

4.5.2 Оптимизация на производствената структура на биологично тестово стопанство

Второто тестово стопанство е разположено в общините Първомай и Асеновград, област Пловдив. Стопанството е с размер 855 дка и в него с цел продажба се отглеждат пшеница, слънчоглед и люцерна. Всички култури се отглеждат по биологичната производствена система, поради което стопаните получават подпомагане по Мярка 11 „Биологично земеделие“ на ПРСР 2014-2020 г. в допълнение към подпомагането по СЕПП и ЗДП.

Текущата ситуация на стопанството за 2019 г. е изходна точка за оптимизационната задача. Изчислено е, че при настоящата производствена структура, стопанството реализира брутен доход в размер на 55 535 лв., както и 75 703 кг CO₂-eq.

Резултатите от проведената **еднокритериална оптимизация по икономическата цел** показват, че при липсата на екологично целево ограничение, стопанството би могло да постигне увеличение на brutния доход с 21%. Това увеличение, обаче, е съпътствано с нарастване на генерираните парникови емисии от дейността с 31%, както и с близо 50% нарастване на емисиите на фосфор и азот. От друга страна, промяната на производствената структура на стопанството успява да реализира нарастване и на размера на продукцията с 54%.

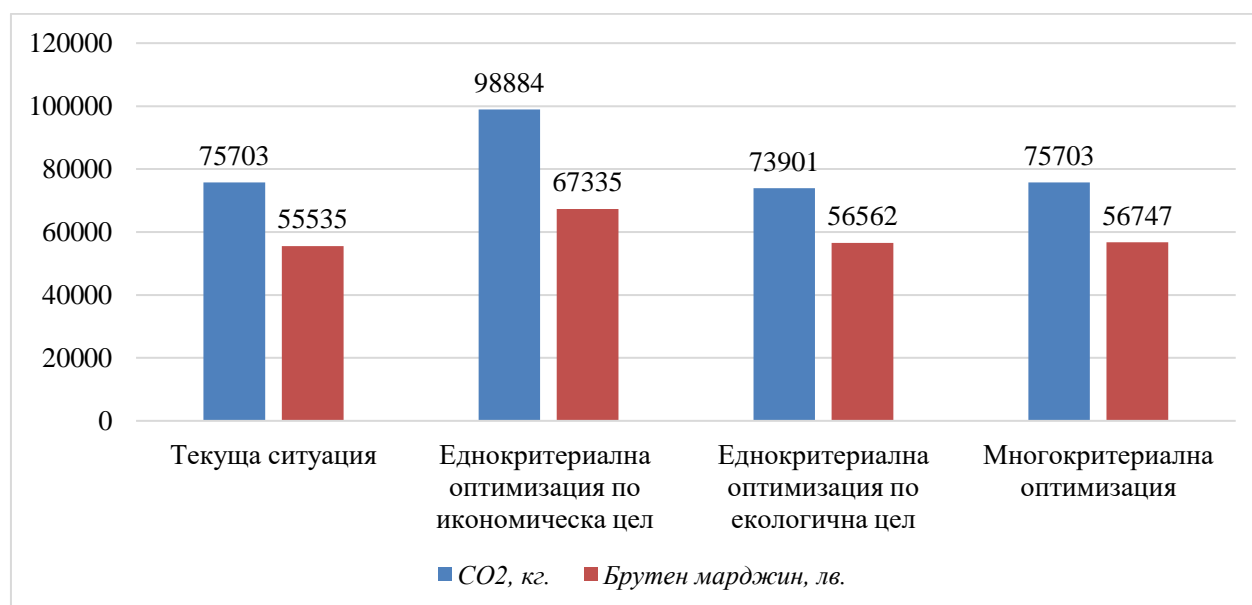
Еднокритериалната оптимизация по екологичната цел има за цел да представи производствената структура на стопанството, генерираща възможно най-ниско количество емисии на парникови газове при отсъствието на други целеви ограничения. Резултатите показват, че такова разпределение е възможно, макар генерираните от него парникови емисии да са с едва 2,3% по-ниски от текущите. Същевременно, предложената производствена структура на стопанството генерира до 2% по-голям брутен доход с което подобрява текущата ситуация на стопанството. Другите основни разлики са свързани с увеличение на емисиите на фосфор (+12%) и азот (+15%), както и на произведената продукция (+32%).

Многокритериалната оптимизация за едновременно изпълнение на екологичната и икономическата цели успява да постигне подобрене на резултатите на стопанството

спрямо текущата ситуация: запазване на размера на емисиите на парникови газове и увеличение на брутния доход с 2%. Все пак, този резултат показва, че текущата дейност на биологичното стопанство силно се приближава до оптималната.

Динамиката на резултатите от проведените оптимизации на дейността на биологичното стопанство по отношение на двата основни показателя, брутен доход и парникови емисии, може да се проследи на Фигура 4. Правят впечатление много по-близките стойности на двата показателя при биологичното тестово стопанство в сравнение със съотношението им при конвенционалното стопанство. Това илюстрира значително по-ниската степен на генериране на емисии на парникови газове при биологичната производствена система. От гледна точка на проведените оптимизации, най-близки резултати до тези при текущата ситуация се постигат при многокритериалната оптимизация. От една страна, това означава, че текущата дейност на стопанството постига резултати, близки до оптимално възможните. От друга страна, намаленият брой на отглежданите култури поставя ограничения пред възможния брой комбинации от култури, и ограничава възможностите на оптимизацията основно до регулиране на размера на площите на участващите култури. Все пак, вариацията на постигнатите резултати при трите проведени оптимизации показва, че оптимизационният модел осигурява добри възможности за регулиране на резултатите и на по-малките стопанства спрямо значимите за тях критерии.

Фигура 4. Брутен доход и емисии на парникови газове на биологичното стопанство за проведените оптимизации



Източник: собствено изследване

Прегледът на предложените от оптимизациите производствени структури на биологичното стопанство показва, че пшеницата е най-предпочитаната култура. Нейните площи са максимизирани при всяка от оптимизациите, което се дължи както на по-ниските емисии на парникови газове, генерирани от 1 дка с тази култура, така и на сравнително високия ѝ брутен доход. Другата предпочитана култура е люцерната. Слънчогледът, от друга страна, бива запазен в производствената структура на стопанството, но площите му биват намалени наполовина както при екологичната, така и при многокритериалната оптимизации. Въпреки че има най-висок брутен доход, той генерира и най-високи емисии на парникови газове в сравнение с останалите култури.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите от настоящото изследване на екологичния отпечатък на зърнопроизводствените стопанства потвърждават изследователската теза. Доказа се твърдението, че екологичният отпечатък на зърнопроизводственото стопанство може да бъде намален при едновременно запазване или увеличаване на brutния доход от производствената му дейност, чрез оптимизиране на производствената структура на стопанството. Същевременно се установи, че доколкото понятието екологичен отпечатък включва в себе си набор от негативни въздействия върху околната среда, от изключителна важност е целесъобразният избор на въздействия, които да бъдат включени в целевата функция на оптимизационната задача.

Потвърждаване на изследователските хипотези

Хипотеза 1. При наличието на подпомагане по схеми и мерки на ОСП, биологичната производствена система дава най-добри възможности за едновременното подобряване на екологичния отпечатък и на brutния доход от дейността на моделното стопанство.

В резултат от проведената многокритериална оптимизация на производствената структура на моделното стопанство на примера на Южен централен район за планиране, обединяваща екологичната и икономическата цели, във вариант 3 „С включено подпомагане по Стълб I и II на ОСП“, се потвърди първата изследователска хипотеза. Според резултатите, биологичната производствена система разполага с най-висок потенциал да постигне

намаление на екологичния отпечатък на зърнопроизводственото стопанство под формата на емисии на парникови газове, при едновременно увеличаване на реализирания от производството брутен доход, спрямо изходната ситуация.

Хипотеза 2. При наличието на подпомагане по схеми и мерки на ОСП, най-нисък екологичен отпечатък, както и най-висок брутен доход по отделно, на ниво район за планиране, се постигат при комбиниране на конвенционалната и биологичната производствени системи.

Резултатите от проведените еднокритериални оптимизации по екологичната и икономическата цели на производствената структура на моделното стопанство на ниво район за планиране, във вариант 3 „С включено подпомагане по Стълб I и II на ОСП“, потвърдиха поставената хипотеза. Доказа се, че комбинирането на двете производствени системи, конвенционална и биологична, на ниво район за планиране, реализира най-добри резултати както по отношение на търсеното най-добро екологично решение, така и по отношение на най-доходоносното. Въпреки че това комбиниране не е балансирано, тъй като и в двата случая има преобладаваща производствена система (площите с конвенционално производство преобладават при икономическата оптимизация, а тези с биологично производство - при екологичната оптимизация), то участието на двете производствени системи в решенията на двете оптимизации е убедителен довод в посока на преимуществата на комбинирането на техните силни страни.

Хипотеза 3. Подпомагането по схеми и мерки на ОСП дава възможност в производствената структура на зърнопроизводственото стопанство да бъдат включени култури, генериращи по-ниски емисии на вредни вещества.

Резултатите от проведените еднокритериални и многокритериална оптимизации на трите сценария с три различни варианта на подпомагане (вариант 1 „Без подпомагане“, вариант 2 „С подпомагане по Стълб I на ОСП; вариант 3 „С подпомагане по Стълб I и II на ОСП“) потвърдиха изследователската хипотеза. Най-силно влияние на подпомагането по схеми и мерки на ОСП се установи при оптимизациите, включващи повече от една цел. Намаляване на емисиите на парникови газове на моделното стопанство в резултат от включването на подпомагане по ОСП беше реализирано при еднокритериалната оптимизация по икономическата цел на сценарий „Комбинирано производство“, както и при многокритериалната оптимизация на сценарий „Биологично производство“.

Хипотеза 4. Моделът за оптимизация на производствената структура на зърнопроизводствените стопанства за постигането на екологична и икономическа цели е приложим за широк обхват от стопанства, характеризиращи се с различен размер, брой на отглежданите култури и производствена система (конвенционална и биологична).

Апробирането на разработения оптимизационен модел за две тестови стопанства даде възможност да се потвърди изследователската хипотеза. Различаващи се по размер, брой на отглежданите култури и производствени системи, производствените структури на всяко от стопанствата бяха оптимизирани съобразно екологичната и икономическата цели, което им предостави възможност за подобрене на резултатите по двата критерия.

По отношение на бъдещото приложение и доразвиване на разработения модел за оптимизация на производствената структура на зърнопроизводственото стопанство, за постигането на екологична и икономическа цели, са изведени следните изводи и препоръки:

1. Разширяване на обхвата на включените култури.

Към момента моделът разполага с техническо-информационно осигуряване за най-разпространените зърнени култури за средностатистическите зърнени стопанства в Южен централен район на България. За включването на допълнителни култури следва да бъдат осигурени коефициенти за размера на екологичното въздействие на 1 кг продукцията от съответната култура, отгледана при съответната производствена система.

2. Разширяване на обхвата на включените екологични въздействия.

Паралелно с развиването на методологиите за оценка на база жизнения цикъл на продуктите, към модела могат да се включат допълнителни показатели, проследяващи негативното въздействие на производството върху качеството на почвата и биологичното разнообразие.

3. Включване на допълнителни екологични променливи в целевата функция на модела.

Целевата функция на модела обединява най-важните критерии, на база на които се търси оптимизираното решение за разпределение на площите по култури. С оглед на осигуряването на решение, оптимизирано по всички важни екологични критерии, целевата функция на модела може да бъде допълнена с ограничения, целящи

минимизиране и на други негативни въздействия, например ограничаване замърсяването на водата. Към момента моделът извършва единствено проследяване на това въздействие.

4. Включване на променливи в целевата функция на модела, осигуряващи социално измерение на оптимизацията.

Към момента разработеният модел оптимизира производствената структура на зърнопроизводственото стопанство въз основа на показатели от областта на екологичното и икономическото измерения на устойчивостта. Поради това е целесъобразно целевата функция на модела да бъде доразвита в посока включване на ограничения за осигуряване на устойчивост на стопанството и от социална гледна точка. Подобно ограничение на ниво район за планиране би могло да бъде осигуряването на определен размер на продукцията от съответните култури, необходим за нуждите на района. Друг пример е свързан с ограничение, произхождащо от наличието на работна сила, необходима за производствената дейност.

Екологичните предизвикателства, пред които е изправено селското стопанство, налагат спешната необходимост от търсене на решения и предприемане на действия за тяхното преодоляване. Подобряването на екологосъобразността на селскостопанските продукти е не само цел на политиките, но и на стопанските производители, чиято дейност и доходи в дългосрочен план са силно обвързани със състоянието на околната среда и качеството на природните ресурси. Разработеният оптимизационен модел представлява добър инструмент с капацитет да подпомогне земеделските стопани в търсенето на начини за подобряване на екологичните резултати на техните стопанства. Този резултат се постига посредством оптимизиране на производствената структура на стопанствата, осигуряващо запазване и/или дори нарастване на текущата им доходност.

Същевременно, от изключителна важност е Общата селскостопанска политика да подпомага целенасочено и приоритетно екологосъобразните селскостопански производства, както чрез въвеждането и разширяването на базовите екологични изисквания (ЗИУ и ДЗЕС), така и чрез допълнителното стимулиране на агро-екологични дейности и ангажименти, водещи до конкретни екологични резултати.

IV. ОСНОВНИ НАУЧНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

В настоящата докторска теза се съдържат резултати, които могат да бъдат оценени като научни и научно-приложни приноси:

1. Изведени са актуалните значими негативни въздействия върху околната среда на растениевъдството в България. Това е постигнато въз основа на анализ на взаимовръзките между селскостопанската дейност и околната среда, както и на тенденциите в развитието на негативните въздействия, които тази дейност създава.
2. Разработен е подход, който позволява минимизиране на екологичния отпечатък на земеделското стопанство, при запазване или увеличаване на генерирания от него доход, чрез оптимизация на производствената му структура. Подходът е разработен на база на метода на линейното целево програмиране, към който е интегрирано екологично измерение. Подходът е предназначен за използване от земеделски стопани в България, и цели да ги подпомогне при взимането на управленски решения, обосновани и от екологична гледна точка.
3. Разработеният подход е апробиран за моделно стопанство, както и за две реални тестови стопанства от Южен централен район на България. За всяко от стопанствата са предложени алтернативни производствени структури, постигащи подобрене в екологичните резултати на стопанството при запазване или подобряване на генерирания доход от дейността.
4. Изследван е приноса на подпомагането по избрани схеми и мерки на ОСП (СЕПП, ЗДП и Мярка 11 „Биологично земеделие“ на ПРСР 2014-2020 г.) по отношение на постигането на икономическата и екологичната цели на оптимизационната задача. Установено е, че включването на подпомагането по ОСП допринася освен за увеличаване на brutния доход от дейността на стопанството, така и за намаляване на емисиите на парникови газове при някои от сценариите.
5. Предложени са препоръки за доразвиване и усъвършенстване на разработения подход в посока на разширяване на включените култури и екологични въздействия, както и за допълване на целевата функция на модела с допълнителни екологични променливи и социално измерение.

V. СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Topchieva, M., 2020. The Effect of CAP Policy Incentives for the Environmental and Economic Performance of Cereal Farms in South-Central Bulgaria. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture, 77(1). Electronic ISSN 1843-5386.
2. Topchieva, M., 2019. The environmental performance of agricultural farms in relation to their sector and production system. Trakia Journal of Sciences, 17(1), pp 555-561.
3. Топчиева, М., 2018. Измерване на въздействието върху околната среда на земеделското стопанство на база оценка на жизнения цикъл – етапи, модели и критични моменти. In *Предизвикателства пред аграрния бизнес и селските райони* (pp.242-247). Университет за национално и световно стопанство (УНСС), ISBN 978-619-232-093-5.
4. Aneva, I.Y., Zhelev, P. and Topchieva, M.K., 2018. Evaluation of natural habitats in Western Balkan range and in Pazardzhik-Plovdiv region in relation to sustainable agriculture. Acta Zoologica Bulgarica, Suppl. 11, 2018:169-172.
5. Топчиева, М., 2017. Инструменти и показатели за подпомагане на устойчивото развитие на производствените организации. Списание „Управление и устойчиво развитие“ на Лесотехнически университет, брой 1/2017, година 19, volume 62, ISSN 1311-4506, стр. 10-14.
6. Топчиева, М., 2016. Методи за определяне на екологичния отпечатък на организациите. In *Икономически предизвикателства: миграция, глобализация, устойчивост, политики* (pp. 242-247). Университет за национално и световно стопанство (УНСС). ISBN 978-954-644-986-3

VI. ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ

Декларирам, че настоящият дисертационен труд е изцяло авторски продукт и в неговото разработване не са ползвани в нарушение на авторските им права чужди публикации и разработки.