



Република България

Консултантски услуги по
Национална стратегия и План за действие за
адаптация към изменението на климата

***Приложение 11:
Макроикономически
последци от изменението
на климата – Анализ***

17 август 2018 г.

(Проект номер P160511)	
Постоянен представител:	Антъни Томпсън
Секторен ръководител:	Руксандра Мариа Флорою (и.д.)
(Съ-)ръководители на екипа:	Филип Амбрози, Еолина Петрова Милова
Координатор на проекта:	Робърт Бакс

Настоящият доклад е изготвен от Себнем Сахин и Бадри Нараянанг под методическото ръководство на Филип Амбрози (старши икономист по въпросите на околната среда, ръководител на екипа по задачата), Еолина Петрова Милова (старши оперативен служител, съръководител на екипа по задачата) и Робърт Бакс (експерт по въпросите на адаптацията към изменението на климата и постоянно пребиваващ в страната координатор по проекта), с подкрепата на Димитър Начев и Аделина Доцинска (асистенти). Авторите биха искали да отбележат и приноса на Зекариас Хусейн.

УТОЧНЕНИЕ

Настоящият доклад е изготвен от екипа на Световната банка, предоставящ консултантска подкрепа на Министерството на околната среда и водите (МОСВ) в България. Заключениета, тълкуванията и изводите, изразени в настоящия доклад, не отразяват задължително възгледите на изпълнителните директори на Световната банка, на правителството на Република България, или на МОСВ.

БЛАГОДАРНОСТИ

Екипът би желал да изкаже благодарност на правителството на България, в частност на г-жа Атанаска Николова (заместник-министър на околната среда и водите), г-жа Боряна Каменова (директор на дирекция „Политика по изменение на климата“ в МОСВ), г-жа Вероника Дачева (експерт в дирекция „Политика по изменение на климата“ на МОСВ), г-н Антон Гладнишки (директор на дирекция „Икономическа и финансова политика“ към Министерство на финансите) и неговия екип, както и на други експерти от български държавни институции и извън тях за отличното им сътрудничество и подкрепата, изразена както устно, така и в писмен вид. Бихме искали да отдадем заслуженото и на приноса на Антъни Томпсън (постоянен представител на Световна банка в България) при подготовката и провеждането на преговорите по Консултантската програма.

Съдържание

Съкращения и акроними.....	vi
1. Въведение	1
2. Модел на ИОР за България: аналитичен преглед	3
2.1. Описание на икономическата структура на модела	7
2.2. Производствени функции и производно търсене на суровини	9
2.3. Търсене на крайни стоки и услуги от домакинствата	10
2.4. Моделиране на селскостопанския сектор	11
2.4.1. Изграждане на база данни за земята	15
2.4.2. Изграждане на база данни за водите.....	17
2.5. Функции на щетите	21
3. Базов сценарий на модела: растеж до 2050 г.....	28
3.1. Базов сценарий: без отчитане на въздействията от изменението на климата.....	28
3.2. Базов сценарий: при отчитане на въздействията от изменението на климата.....	31
4. Адаптация към климатичните промени: общи ползи и потенциални механизми на финансиране.....	43
4.1. Политика 1: адаптиране, финансирано чрез фискалната политика	47
4.2. Политика 2: адаптиране, финансирано от чуждестранни фондове, специално предназначени за инвестиции в селското стопанство и туризма	52
4.3. Политика 3: Адаптиране, финансирано чрез чуждестранни фондове, предназначени за инвестиции във всички производствени сектори	57
5. Заключение.....	61
Използвана литература	65
Приложение 1. Класификация и разпределение, използвани при анализа.....	68
Приложение 2. Сравняване на резултатите от настоящия анализ с резултатите от моделирането, представени в доклада на ОИСР (2015 г.).....	72

Списък на фигурите

Фигура 1. Структура на анализа по модела ИОР	5
Фигура 2. Схематично представяне на икономическите потоци при.....	8
Фигура 3. Структура на производството при ИОР	9
Фигура 4. Търсене на стоки и услуги от домакинствата при модела на ИОР за България	10
Фигура 5. Подробно представяне на модулите за земя и води	12
Фигура 6. Търсене на земя при модела ИОР за България	13
Фигура 7. Видове земеделско и животновъдно производство.....	13
Фигура 8. Агроекологични райони (АЕР) в България	14
Фигура 9. Предлагање на земя в българския модел на ИОР	15
Фигура 10. Глобални агроекологични райони (АЕР).....	16

Фигура 11. АЕР в България въз основа на глобалната класификация на АЕР	18
Фигура 12. Водоползване (млн. куб. м) по сектори и РБ, 2011 г.	18
Фигура 13. Средни цени на водата по сектори и РБ, 2011 г., в щ.д.	19
Фигура 14. Прогнозни промени в месечните температури в България за периода 2020–2039 г. (при RCP 8.5).....	24
Фигура 15. Прогнозни промени в месечните температури в България за периода 2040–2059 г. (при RCP 8.5).....	25
Фигура 16. Прогноза за населението на България (общ брой на населението, постоянна раждаемост, ниво на миграция)	29
Фигура 17. Структура на БВП през 2011 г. (вътрешен кръг) и 2050 г. (външен кръг), при сценарий без отчитане на промените в климата.....	30
Фигура 18. Приходи на домакинствата от селскостопанска дейност (2020–2050 г.), при сценарий без отчитане на промените в климата, в сравнение с 2011 г.	31
Фигура 19. Въздействие на изменението на климата върху реалния ръст на БВП до 2050 г. (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	32
Фигура 20. Въздействие на изменението на климата върху вътрешното производство (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	35
Фигура 21. Въздействие на изменението на климата върху разпределението на труда между секторите на икономиката (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)	36
Фигура 22. Въздействие на изменението на климата върху търговията (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	37
Фигура 23. Въздействие на изменението на климата върху реалните цени на вътрешния пазар (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	37
Фигура 24. Въздействие на изменението на климата върху реалната възвращаемост от производствените фактори (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)	38
Фигура 25. Въздействие на изменението на климата върху земеделската продукция на ниво речни басейни (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)	39
Фигура 26. Промени в благосъстоянието поради изменението на климата в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	40
Фигура 27. Декомпозиция на промените в благосъстоянието (като процент от БВП в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	41
Фигура 28. Структура на българската икономика към 2050 г. (процентен дял брутна добавена стойност)	42
Фигура 29. Крива на разходите за адаптация	44
Фигура 30. Криви на пределните разходи за адаптация в различни страни/региони	45

Фигура 31. Въздействия от адаптацията и климатичните промени върху реалния БВП (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	48
Фигура 32. Промени в благосъстоянието без и с адаптация в сравнение с базовия модел без отчитане на изменението на климата (млн. щ.д.).....	49
Фигура 33. Въздействие на адаптацията и изменението на климата върху енергийния сектор (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	50
Фигура 34. Въздействие на адаптацията и изменението на климата върху селскостопанската продукция (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	50
Фигура 35. Въздействие от адаптацията върху земеделската продукция, резултати на ниво речни басейни (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)	51
Фигура 36. Влияние върху производството при сценарии на климатични промени с адаптация (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	53
Фигура 37. Въздействие на адаптацията и климатичните промени върху реалния БВП (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	53
Фигура 38. Промени в благосъстоянието при сценарии без и с адаптация (млн. щ.д. в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	54
Фигура 39. Въздействие на адаптацията и климатичните промени върху енергийния сектор (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	54
Фигура 40. Въздействие на адаптацията и климатичните промени върху селскостопанския сектор (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	55
Фигура 41. Промени в търговския баланс (млн. щ.д. в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	56
Фигура 42. Въздействие на мерките за адаптация върху вноса (панел А) и износа (панел Б) (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата).....	56

Списък на таблиците

Таблица 1. Свързани с климата уязвимости по сектори и тяхното използване по модела ИОР ..	3
Таблица 2. Деагрегация по АЕР, използвани в настоящия анализ по модела ИОР	14
Таблица 3. Поземлена рента в България по земеделски култури (млн. щ.д.).....	20
Таблица 4. Промени в производителността за икономическите променливи при сценарии с повишаване на температурата с 2°C (оптимистичен) и с 4°C (песимистичен) и прилагане на шоковия модел на Roson и Sartori (2016 г.).....	25
Таблица 5. Статистически данни, използвани при разработването на Базовия сценарий	28
Таблица 6. Климатични промени и мерки за адаптация, използвани в модела ИОР	46

Таблица 7. Макроикономически ефекти от политиките за адаптация, финансирани от чуждестранни фондове: Политики 2 и 3	57
---	----

Таблица 8. Годишни емисии на парникови газове*, до 2050 г., при всички сценарии	60
---	----

Таблица 1.1. Отраслова класификация и разпределение по GTAP 57, използвани за целите на анализа (13 обобщени сектора)	68
---	----

Таблица 1.2. Стойности на параметрите при основните сценарии с шокови сътресения от изменението на климата.....	70
---	----

Таблица 1.3. Стойности на шоковите въздействия при сценария с адаптация	70
---	----

Таблица 1.4. Описание по отрасли	71
--	----

Списък на каретата

Каре 1. Ограничения на модела ИОР	26
---	----

Каре 2. Макроикономическо въздействие на температурна промяна от 2°C за Европа: констатации от предишни проучвания.....	32
---	----

Каре 3. Въздействие на парниковите газове	59
---	----

Съкращения и акроними

AD-DICE	Динамично интегриран модел на климата и икономиката с включена адаптация
ENV-Linkage	Модел ENV- Linkage на Дирекцията по околна среда
FAO	Организация по прехрана и земеделие
GTAP	Глобален проект за анализ на търговията
IIASA	Международен институт по приложен системен анализ
RCP	Представителен път на концентрацията (Representative Concentration Pathway)
АЕР	Агроекологични райони
БВП	Брутен вътрешен продукт
ДКЕ	Динамичен коефициент на капиталоемкост
ЕС	Европейски съюз
ЗС	Запазване на статуквото
ИОР	Изчислимо общо (макроикономическо) равновесие
МВФ	Международен валутен фонд
МГИК	Междуправителствена експертна група по изменението на климата
МОСВ	Министерство на околната среда и водите
МСО	Матрица за социална отчетност
ОИСР	Организация за икономическо сътрудничество и развитие
ПВП	Продължителност на вегетационния период
ПМР	Повишаване на морското равнище
РБ	Речен басейн
УТ	Условия за търговия

1. Въведение

1. Целта на настоящия анализ е да се оценят каскадните ефекти от изменението на климата за българската икономика и да се информират отговорните лица относно инвестиционните потребности за адаптиране към изменението на климата въз основа на интегриран анализ, използващ социално-икономическа и физическа рамка за моделиране на въздействията от изменението на климата.

2. Настоящият социално-икономически анализ прави оценка на последиците за икономиката и обществото от въздействията на изменението на климата и дейностите за адаптация в България като изтъква цената на бездействието и ползите от действията в областта на климата в рамките на цялата икономика. Анализът оценява цялостната икономическа дейност, тоест брутния вътрешен продукт (БВП) на страната, икономическото благосъстояние, секторното производство и нивата на заетост при условие на предприемане на действия или при бездействие по отношение на изменението на климата, като целта е да се потърси отговор на следните въпроси: кои сектори са най-уязвими на климатичните промени, доколко ефективна е адаптацията към най-значимите въздействия от изменението на климата и какви са по-общите социално-икономически ползи от адаптацията? Това проучване допълва друга аналитична дейност, извършена в рамката на настоящото Споразумение за консултантски услуги, която е насочена към укрепване на процеса на изработване на политики и стратегическото планиране на адаптацията към изменението на климата, включително принос към първата Национална стратегия за адаптация към изменението на климата и план за действие за България. Обхватът на този макроикономически анализ има за цел да информира диалога на високо равнище относно политиките, обосновката за адаптиране (чрез сравняване на разходите за действие с разходите за бездействие) и общите нужди и потенциалните механизми за финансиране. Тя се допълва от аналитични дейности за информиране на действия на секторно равнище, които също ще бъдат включени в Националната стратегия за адаптация и в плана за действие, включително разбирането на уязвимостта по отношение на климата и приоритизирането на мерките за адаптация въз основа на експертни оценки и анализ на разходите и ползите.

3. За целите на анализа е разработена цялостна рамка за икономиката на България - така нареченият модел на Изчислимо общо равновесие (ИОР), който е допълнен със сценарии за въздействието на климатичните промени върху земните, горските и водните ресурси. ИОР е от категорията икономически модели, които използват актуални икономически данни с цел оценка на начина, по който дадена икономика би могла да реагира на промени в политиката, технологиите или други външни въздействия, свързани с икономически и неикономически фактори (например реформи в данъчната политика или предизвикани от изменението на климата сътресения). Моделът ИОР за България е разработен въз основа на рамката за моделиране и базата данни на Глобалния проект за анализ на търговията (GTAP) (Hertel 1997 г.), който в момента представя световната икономика (140 държави) към 2011 г. Стандартният

модел и базата данни на GTAP са широко използвани от Световната банка¹, Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР), Европейския съюз (ЕС) и университети и научноизследователски институти в световен мащаб за анализ на политиките по широк кръг от теми, включително зелен растеж, изменение на климата и екологична устойчивост.

4. В настоящия анализ стандартният модел и база данни на GTAP бяха приспособени към българския контекст чрез разработване на модул за използването на водите и земеползването, който да позволи по-детайлна оценка на въздействието на изменението на климата както от секторна гледна точка (тоест с по-прецизно описание на селскостопанските дейности и доколко уязвими са те на изменението на климата), така и от географска гледна точка, тоест при отчитане на въздействието в четирите района на басейново управление на водите в България. Това е първият опит за изграждане на интегриран модел за оценка на адаптацията към изменението на климата за България чрез свързване на макроикономически модел с екологични модули. Специално внимание е отделено на земеделието като един от секторите, които са най-уязвими по отношение на изменението на климата. Моделът ИОР може да анализира добре връзката между природните активи като земите и водите, които са уязвими от изменението на климата и първичните фактори за производство в земеделието. При интерес по отношение на политиките и налична микроикономическа и техническа информация на секторно равнище, моделът може да бъде допълнително подобрен, за да се подобри представянето на уязвимостта на климата и на адаптационния потенциал в други сектори или да анализира въпроси, свързани със смекчаване на въздействието от изменението на климата. Това са потенциални посоки за по-нататъшни изследвания.

5. След това въведение, **раздел 2** описва аналитичната рамка и различните стъпки в процеса на разработване на българския модел на ИОР, **раздел 3** представя работните хипотези за икономическите и климатичните условия до 2050 г. за целите на референтния (базов) сценарий, а **раздел 4** разработва два комплекта политики за адаптация и оценява нетните социално-икономически ползи от тях в допълнение към ползите от икономическия растеж, описани в референтния сценарий.

¹ Световна банка. 2012. 2016а. 2016б.

2. Модел на ИОР за България: аналитичен преглед

6. Като рамка на цялата икономика, моделите на ИОР имат гъвкава математическа структура, която може да помести икономически, биофизични (природни ресурси - гори, земя и води) и свързани с климата компоненти, което ги превръща в подходящ инструмент за анализиране на сценариите за потенциалните въздействия на изменението на климата върху икономическия растеж и обосновката/разходната ефективност на стратегиите за адаптация. В допълнение към местните пазарни условия и колебанията на пазрите в световен мащаб, моделът на ИОР за България, разработен за нуждите на настоящия анализ, разглежда и въздействията от изменението на климата върху производителността (например промяната в добива от култури), инфраструктурата (например щети върху сгради и пътища), природния капитал (например по-висока смъртност и ниска производителност на труда).

Таблица 1. Свързани с климата уязвимости по сектори и тяхното използване по модела ИОР

Сектор	Свързани с климата уязвимости	Моделира се/не се моделира
Селско стопанство	Промени в добивите от култури	Моделира се
	Смъртност и заболяемост по добитъка от излагане на топлина и студ	Не се моделира - липсват достатъчно доказателства/данни
	Промени в производителността на пасищата и ливадите	Не се моделира - липсват достатъчно доказателства/данни
	Промени в производителността на аквакултурите и риболовния улов	Не се моделира - липсват достатъчно доказателства/данни
Крайбрежни зони (природни активи и изградена среда)	Загуба на земя и капитал от покачване на нивата на морските води	Моделира се
	Морско биоразнообразие	Не се моделира – не е включено в спецификацията на модела
Опасни метеорологични явления	Смъртност, почвени и капиталови щети от наводнения	Не се моделира – липсва достатъчно информация за бъдещи рискове от наводнения
Човешко здраве	Смъртност от излагане на топлина	Моделира се
	Заболеваемост от излагане на топлина и студ	Не се моделира - липсват достатъчно доказателства/данни
	Заболеваемост и смъртност от инфекциозни, сърдечно-съдови и респираторни заболявания	Не се моделира - липсват достатъчно доказателства/данни
Енергийно търсене	Промени в търсенето на енергия за охлаждане и отопление	Моделира се
Туризм	Промени в потока на посетители и туристическите услуги	Моделира се

Сектор	Свързани с климата уязвимости	Модела се/не се моделира
Биологично разнообразие и екосистеми	Загуба на екосистеми и биоразнообразие	Не се моделира - липсват достатъчно доказателства/данни
Гори	Промени в добивите от горски насаждения	Не се моделира - липсват достатъчно доказателства/данни
Водни ресурси	Промени в наличието на вода за производство на електроенергия и за охлаждане на ТЕЦ	Моделира се – не се съобщава за прогнозиран недостиг до 2050 г.
	Промени в наличността на питейна вода за крайни потребители	Моделира се – не се съобщава за прогнозиран недостиг до 2050 г.

7. Свързаните с климата уязвимости, които е вероятно да засегнат икономическите сектори на България и тяхното представяне по модела ИОР, са показани в **таблица 1**. Таблицата обхваща секторите, разгледани в рамките на консултантските услуги по изготвянето на национална стратегия и план за действие за адаптация към изменението на климата. Не всички канали, чрез които климатичните промени ще повлияят на природните ресурси, населените места и икономическите дейности, могат да бъдат включени в модела поради липса на достатъчно данни. Такъв е например случаят с непазарните въздействия (т.е. как промените в климата ще повлияят върху екосистемните услуги). Независимо от частичния обхват, моделът представя въздействията от изменението на климата в секторите, които се считат за най-уязвими спрямо изменението на климата съгласно доклада „Анализ и оценка на риска и уязвимостта на секторите в българската икономика от климатичните промени“ от 2014 г. (МОСВ, 2014 г.) в следните сектори: води (офлайн моделиране), селско стопанство (моделиране чрез функции на щетите) и туризъм (моделиране чрез функции на щетите).

8. Структурата на моделите ИОР позволява да се оценят „преките“ и „косвените“ въздействия от изменението на климата върху секторите на икономиката. „Прекият“ ефект се отнася до промяна в наличността или цената на факторите за производство или на общата факторна производителност в даден сектор поради изменението на климата (например начина, по който изменението на климата влияе върху добивите от култури). „Косвеният“ ефект се отнася до промяна в производствената активност на даден сектор, дължаща се на променливо търсене на неговите продукти поради влияние на климата върху сектори с голямо търсене на тази продукция (например по-ниско търсене на енергия поради намалена икономическа активност в други сектори, пряко засегнати от изменението на климата). Моделите на ИОР се разработват на базата на матрици за „входящи суровини – изходяща продукция“, проследяващи споменатите по-горе междусекторни връзки, което ги прави подходящи за цялостна оценка на въздействията от изменението на климата.

9. В настоящия анализ моделът ИОР се използва първо за разработване на базов икономически сценарий (който не отчита изменението на климата и неговото въздействие). След това базовият сценарий се разширява, за да включи такива въздействия от изменението на климата като загуба на производителност в

използването на земя и води, свързана със събития със забавено настъпване и бързо възникващи екстремни събития (наводнения и екстремни температури). Вместо симулиране на въздействието на отделните природни бедствия, информация за събития със забавено настъпване и такива с бързо настъпване беше въведена в анализа чрез функции на щетите от специализираната литература. И накрая са разработени сценарии за адаптация, с които да се анализират разходите и ефективността на действията за намаляване на уязвимостта на икономиката и за повишаване на нейната устойчивост към изменението на климата (вж. *фигура 1*).

10. Резултатите от симулациите включват (промени в) растежа на БВП на България, фискалния и външния баланс, отрасловата добавена стойност и заетостта, като по този начин се предоставя информация за икономическата и екологична устойчивост на прогнозните тенденции в растежа. Симулациите оценяват каскадния ефект върху цялостната икономика от специфичните очаквани въздействия от изменението на климата, като например спад в добивите от култури, топлинни крайности и по-чести наводнения, каквито са прогнозите за България в рамките на функциите на вредите, и нетните социално-икономически ползи (например по отношение на растеж, търговия и бедност) от мерките за адаптиране към тези рискове. Анализът също така разглежда въздействието на изменението на климата върху бедността на агрегирано ниво въз основа на прогнозното въздействие върху цените на потребителските стоки (инфлация), търсенето на работна ръка от фирмите и върху заплатите (вж. *раздел 3*).

11. В модела ИОР са въведени функции на щетите, които отразяват начина, по който физическите въздействия от изменението на климата оказват влияние върху икономическата активност. Функциите на вредите представляват една или повече взаимовръзки между климатични променливи (обикновено средна температура на въздуха, но понякога също и влажност или брой отоплителни дни) и икономически променливи (потенциални доходи, производителност, природни ресурси и т.н.). Тези функции са калибрирани за България въз основа на констатациите, залежали в актуалната специализирана литература (вж. *раздел 2.5*).

Фигура 1. Структура на анализа по модела ИОР



12. Моделът е разработен за първи път в статична версия, която да представи текущите икономически условия в България през 2011 година. След това е актуализиран, за да отрази променените икономически условия в България през 2015 г. и да послужи за основа на разработване на динамичен модел. В статичната версия на модела инвестициите са фиксирани (на базата на действителните, наблюдавани инвестиции) и са включени в базата данни на модела. В резултат на това при чисто статичния модел липсва натрупване на капитал - всички стоки и услуги, произведени през съответната година, се потребяват в рамките на същата година (това важи включително за придобиването на инвестиционни стоки) и няма спестени финансови средства за следващ период от време. Натрупването на капитал обаче фигурира при рекурсивния динамичен подход. През периода 2011–2015 г. натрупването на капитал следва наблюдаваните тенденции съгласно официалната статистика. За разработване на базовия икономически сценарий до 2050 г. статичният модел е приложен последователно 35 пъти, за да се постигне кумулативно капиталово натрупване за периода 2015–2050 г., което да е в съответствие с макроикономическите прогнози на Международния валутен фонд (МВФ) или ОИСР (2015 г.).

13. Вредите от изменението на климата са моделирани чрез функции на щетите, например намаляване на производителността в определени сектори, настъпващо през 2050 г. въз основа на прогнозни изследвания на ОИСР (2015 г.). Това е стандартен подход, който улавя чувствителни намаления в производствения капацитет, произтичащи от такива последици от изменението на климата като намаляване на добивите от култури, по-малко здрава/намалена работна сила и нанесени вреди на земя/капитали/природни ресурси.

14. Интервенциите в областта на политиките и инвестициите за адаптиране към изменението на климата са анализирани като екзогенни (външни) шокове спрямо базовия икономически модел до 2050 година. Тези интервенции водят до промени в разпределителната ефективност на наличните ресурси (трудова, капиталова, природна ресурси), а това от своя страна води до нарастване или загуба на благосъстояние, което също е оценявано от модела.

15. Наред с това е важно да се подчертае, че предвид статичната структура на модела, разходите за адаптация към изменението на климата също се оценяват в статична рамка, при която потребителите и фирмите (и правителството) не разполагат с пълна информация за бъдещите въздействия от изменението на климата и нямат никаква възможност за ендегенна (вътрешна) адаптация с оглед запазване на икономическото си благосъстояние през следващите години. Поради това интервенциите за адаптация се моделират като екзогенни (шокови въздействия спрямо базовите параметри на моделната структура през 2050 г.) - например събиране на фискални приходи за финансиране на публични и частни инвестиции за адаптация. При липсата на ендегенни възможности за адаптиране на потребителите и производителите в тази статична рамка на модела, финансовите нужди за адаптация биха могли да бъдат надценени. Ето защо при разработването на динамичния базов сценарий моделът беше подсилен с възпроизвеждане на тенденцията на растеж за България от анализа на ОИСР за световната икономика въз основа на приложения динамичен модел на ИОР (2015 г.).

По този начин в българския модел на ИОР бяха внесени поведенчески промени по отношение на потребителите и фирмите чрез промяна на техните потребителски и производствени дейности в очакване на бъдещите въздействия от изменението на климата. Следователно, българският потребител не е късоглед по отношение на поведението си.

2.1. Описание на икономическата структура на модела

16. За да се обхванат сложните връзки между физическите и социално-икономическите променливи, стандартният модел GTAP за България беше разширен до интегрирана аналитична платформа чрез добавяне на поземлени, горски и водни ресурси и тяхното използване на подрегионално ниво (например в агроекологичните райони (АЕР) и районите за басейново управление (РБ)). Подобен пространствен анализ за икономиката на България на ниво РБ и АЕР се разработва за първи път. Това представлява напредък в областта на моделирането за България, за реализацията на който бяха необходими редица стъпки, както е описано по-долу.

17. Математическата структура на ОИР за България почива върху модела GTAP-АЕР, разработен от Lee и колектив (2005 г.). За целите на настоящия анализ структурата на модела на Lee и колектив от 2005 г. е допълнена с най-новите статистически данни за българската икономика и Матрица за социална отчетност (SAM), разработена за България от екипа на проекта. Данни от Националния статистически институт на България, ЕВРОСТАТ, Организацията по прехрана и земеделие (ФАО), Световната банка, Организацията на обединените нации и МВФ бяха използвани за допълване и прецизиране на данните от GTAP. С други думи, GTAP е основен източник на данни, които обаче са с общо предназначение и имат за базова 2011 година, което налага както актуализиране, така и подобряване на качеството на данните за сектори като селското стопанство, например.

18. Българската икономика е представена от 57 отрасли на национално ниво, от които селското стопанство, като един от секторите най-уязвими към изменението на климата, е моделиран по-подробно на ниво АЕР: с осем земеделски култури за всеки от седемте АЕР по българската класификация (в съчетание с информация по скала от пет АЕР от базата данни GTAP-FAO-IIASA²). Освен това, за да се улесни представянето, резултатите от модела за националната икономика са представени в доклада по агрегиран начин: 5 АЕР, 4 РБ и 57 отрасли са групирани в 13 клъстера.

19. Рамката на модела ИОР обхваща домакинствата, държавата, производителите, основните търговски партньори и взаимодействията между тях. Моделът представя движението на стоки от производството към домакинствата (бита) и движението на производствени фактори от бита към производствените дейности, както и плащанията при стокообмена и използването на фактори както е показано на *фигура 2*.

² Международен институт за анализ на приложни системи

Фигура 2. Схематично представяне на икономическите потоци при модела на ИОР за България



20. Всеки сектор има различна производствена функция и максимизира печалбите си в зависимост от производствената функция, която съчетава първични фактори (включващи труд, капитал, земя и природни ресурси като вода, полезни изкопаеми, риба и гори) и междинни стоки/суровини за производството на определени стоки. Фирмите плащат на домакинствата заплати/наем в замяна на използването на земя, труд, капитал и природни ресурси. Фирмите продават междинни стоки/суровини на други фирми и крайните си продукти - на домакинствата и на държавата. Фирмите също така изнасят стоки и внасят междинни стоки/суровини от търговски партньори. Предполага се, че тези стоки се различават по държавите на своя произход, така че моделът може да проследява двустранните търговски потоци между България и нейните търговски партньори сред повече от 120 страни/обединения на държави.

21. Домакинствата получават доходи като предоставят производствени фактори (земя, капитал и труд) на производителите. Тяхната потребителска кошница включва разнообразие от стоки и услуги от местно производство или внос. Те плащат данъци на държавата в замяна на публични услуги като отбрана, здравеопазване и образование. Моделът на ИОР включва представителна извадка на домакинства, чиито разполагаеми доходи се поделят между потребление и спестявания.

22. Производствените и потребителските дейности генерират данъци за държавния бюджет. Данъчните приходи нарастват или намаляват като дял от тези икономически дейности. Публичните сметки включват спестявания на държавата и домакинствата. Тези средства се разпределят при следване на функцията за обществена ползност. Анализът на потенциалните механизми за финансиране на адаптацията в **раздел 4** разглежда, наред с други алтернативи, хипотетична 2-процентна вноска върху крайното потребление на всички стоки, за мобилизиране на допълнителни ресурси за адаптация. Следователно, икономическите взаимовръзки биха довели до разширяване или свиване

в секторите, произвеждащи стоките, засегнати от гореспоменатите промени в данъчния режим.

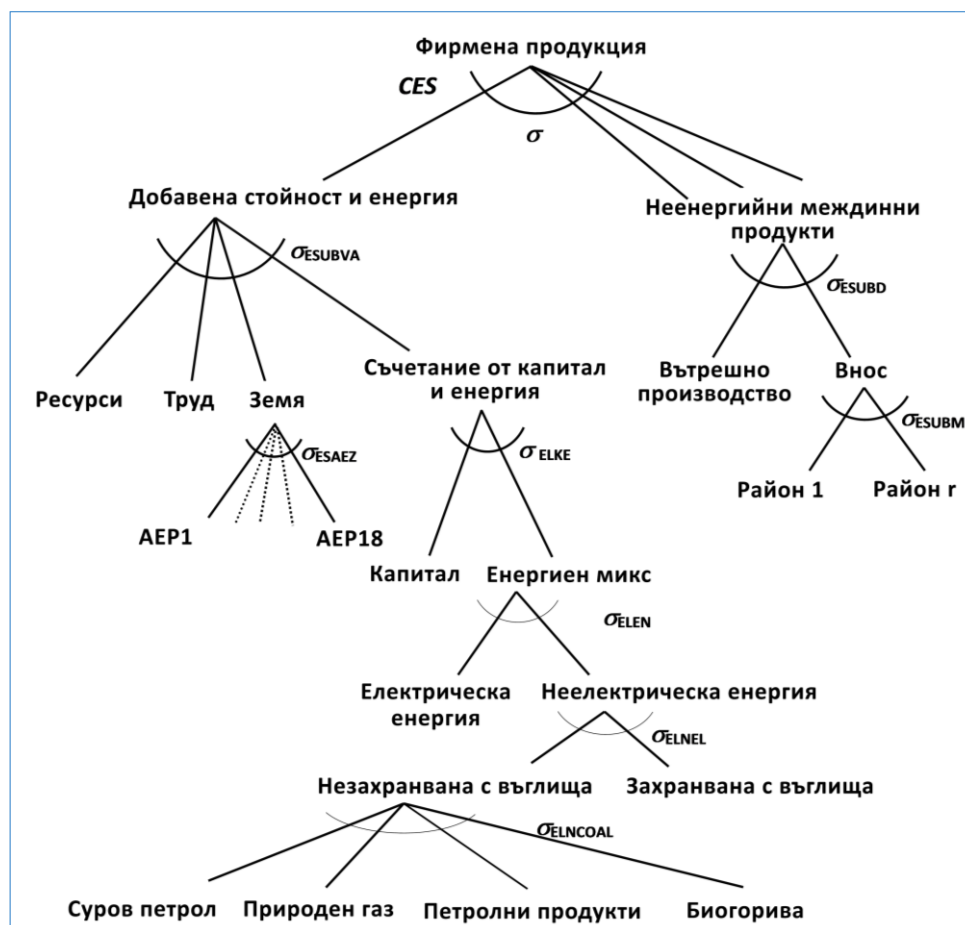
23. Въздействията от изменението на климата върху производителността (например промяна в добивите от земеделски култури), инфраструктурата (например нанесени щети на сгради и пътища), природния капитал (например промени във водните наличности) или населението (например увеличени здравни рискове и понижена производителност), са интегрирани в модела чрез т.нар. функции на щетите, допълнително разгледани в **раздел 2.5** на настоящия доклад.

24. Модулите за производство и потребление на модела ИОР, както и моделирането на селскостопанския сектор са описани по-подробно в следващите раздели на доклада.

2.2. Производствени функции и производно търсене на суровини

25. Наличните производствени фактори (земя, капитал и труд) се определят на национално равнище за всяка отделна година, като търсенето на тези фактори е ендеогенно по характер и се определя от пазарни механизми. Промени в политиките като премахване на субсидиите за енергетиката или земеделието водят до промени в ефективността на разпределяне на тези ресурси, което на свой ред води до увеличаване или загуба на благосъстояние за икономиката като цяло (което може да се изчисли чрез прилагане на модела).

Фигура 3. Структура на производството при ИОР

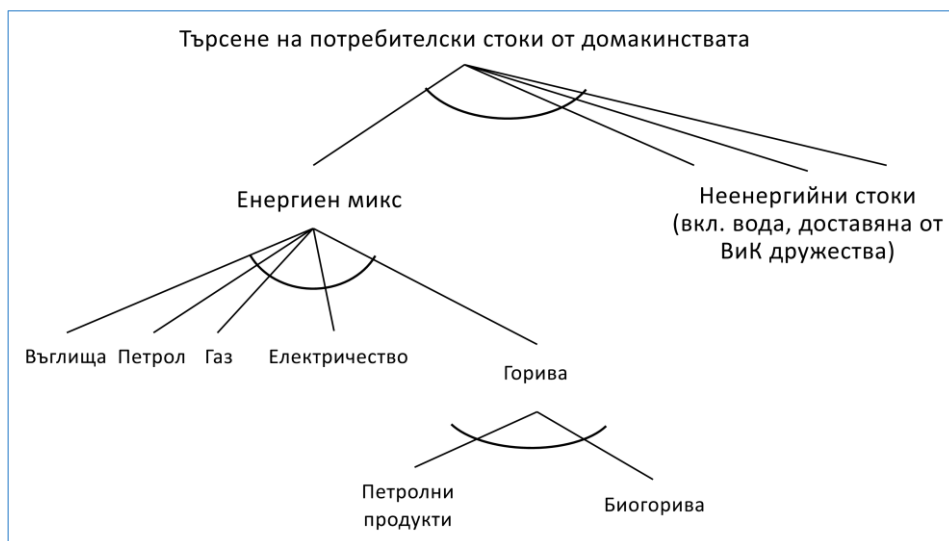


26. **Фигура 3** представя гнездова извадка на производствената функция в България. На най-горното ниво е фирменото производство, което се базира на комбинация от добавена стойност (капитал и труд) и енергия, както и на неенергийни междинни продукти, които са частично заменяеми. Второто гнездо по-долу показва търсенето на производствени фактори и различни видове енергия от страна на фирмите. За всяка междинна суровина моделът предполага частична заменяемост по модела на Армингтън на вътрешно произвеждана и вносна продукция.

2.3. Търсене на крайни стоки и услуги от домакинствата

27. Структурата на търсене на стоки и услуги от домакинствата при българския модел на ИОР е представена на **фигура 4**. Съгласно тази структура представителното домакинство използва микс от заменяеми енергийни продукти. Следователно, в отговор на промените в относителните цени на енергийните продукти търсенето може да се измести от скъпите към по-евтини алтернативни енергийни продукти. При енергийните стоки търсенето на електроенергия (най-големият компонент на търсенето на енергия) е най-важен за проследяване показател поради очакваните сезонни промени в гражданското и търговското потребление на електроенергия в условията на климатични промени. Поради цялостното повишаване на температурите в България се очаква ръст в използването на климатици и намаляване на необходимостта от отопление. Тези два ефекта, съчетани с цялостното подобряване на енергийната ефективност при използването на електроенергия за промишлени нужди, се очаква да доведат до намаляване на общото търсене на енергия. Моделите на частично равновесие биха надценили тези ефекти, които се проявяват едновременно в икономиката. Цялостното въздействие може да бъде прецизно оценено от модел, който обхваща цялата икономика, като модела ИОР за България, защото той позволява взаимозаменяемост на електроенергията между нейните алтернативни приложения, както и между множество промишлени сектори и други икономически субекти (тоест домакинствата и правителството).

Фигура 4. Търсене на стоки и услуги от домакинствата при модела на ИОР за България



2.4. Моделиране на селскостопанския сектор

28. Секторът на селското стопанство сред секторите в България, които са най-уязвими по отношение на изменението на климата и настоящото изследване допълва наличната специализирана литература, разработвайки пространствено дезагрегирана аналитична рамка, която дава възможност за изследване на взаимодействията между изменението на климата, добивите от земеделски култури и селскостопанската дейност в България. Редица научни доклади разглеждат въздействията на изменението на климата върху земеделската продукция и продоволствената сигурност (например Lobell и колектив, 2008 г. и Nelson и колектив, 2010 г.). Тези изследвания демонстрират по какъв начин промените в климатичните променливи влияят върху продоволствената сигурност по целия свят. Те обаче не дават ясна картина за взаимодействията между климатични промени, добиви и налични водни ресурси. По-нови публикации (например Marshal и колектив, 2014 г. и Willis и колектив, 2014 г.) разглеждат тези взаимодействия и сочат, че макар и да е възможно изменението на климата да поражда стимули за напояване, недостигът на вода може да ограничи степента на въвеждането му. Макар тези доклади и по-ранните трудове в тази област да предоставят ценни икономически и биофизични анализи на въздействията на изменението на климата върху земеделската продукция и продоволствената сигурност, те игнорират взаимодействието между изменението на климата и международната търговия. Други трудове обаче разглеждат взаимодействията между търговията и изменението на климата. Така например Reilly и колектив, 2002 г. сочат, че търговията може да подобри продоволствената сигурност в райони, където добивите от земеделски култури ще бъдат отрицателно повлияни от фактори, свързани с изменението на климата. Това и по-късни проучвания (например Baldos и Hertel, 2015 г.) обикновено пренебрегват недостига на вода, предизвикан от изменението на климата и/или икономически фактори. Lee и колектив (2013 г.) посочват, че търговията може да смекчи последиците от бъдещия дефицит на напояване в райони, където недостигът на вода застрашава също и продоволствената сигурност. Този научен доклад, обаче, пренебрегва въздействията на изменението на климата върху добивите от земеделски култури в условията на дефицит на водни ресурси. Настоящото изследване на България по модела ИОР съчетава всички гореспоменати елементи и предоставя предварителен анализ на действията за адаптация към климатичните промени.

29. Като най-чувствителен към изменението на климата сектор, селското стопанство е подложено на най-детайлен анализ. Това ниво на пространствено детайлизиране позволява да се улови влиянието на изменението на климата върху производителността на земята в различните РБ, в което основно се състои и оригиналността на българския модел на ИОР. Анализът е разработен на ниво РБ и с цел да позволи отразяване на въздействието на климата върху водните ресурси. Този хибриден метод, комбиниран в рамките на многосекторен икономически модел, при който земята и водата са най-важните ресурси, използвани в селскостопанското производство, позволява подробно да се анализира въздействието на климата, както е обяснено по-нататък.

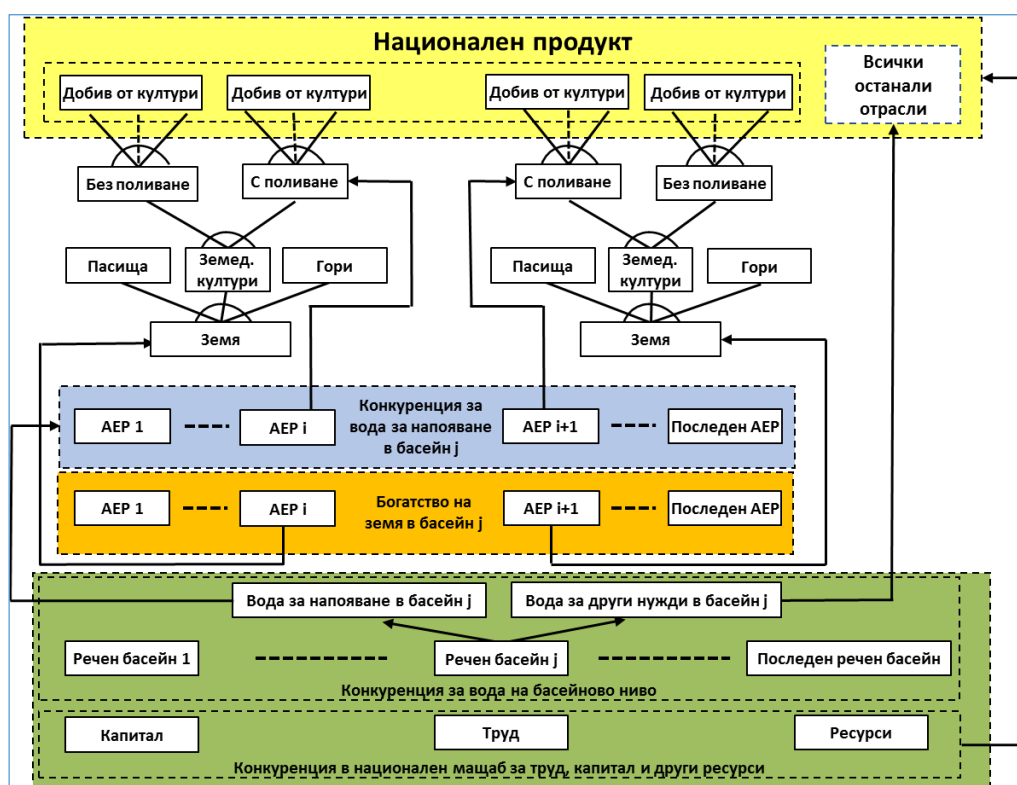
30. Както бе споменато по-горе, като усъвършенствана версия на стандартния модел GTAP, българският модел на ИОР проследява търсенето и предлагането на широк

спектър от стоки – като се започне с култури и електроенергия на национално и поднационално ниво (АЕР и РБ).

31. Наред с това моделът разглежда ресурсните ограничения и разпределянето на ограничените по брой ресурси, включващи труд, капитал и природни ресурси като вода и земя, между алтернативни начини за тяхната употреба. Той разделя земеделските производители на използващи и неизползващи напояване и проследява водните и земните ресурси и тяхното потребление в рамките на устройствената организация на четири РБ и пет АЕР за България. При този модел водите могат да се движат между алтернативни видове употреба в рамките на даден РБ, при ограничено движение между отделните АЕР (вж. *фигура 5*).

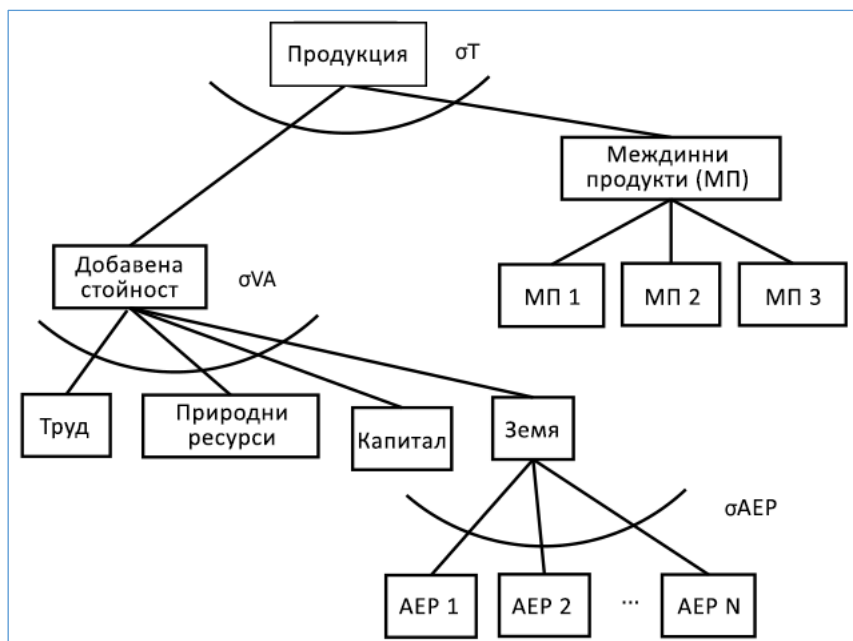
32. *Фигура 6* показва търсенето на земя за развитие на земеделие. Освен от капитал и междинни продукти земеделските дейности се нуждаят от земя за производство на различни видове пригодни спрямо земята земеделски култури. Както е показано на *фигура 7*, основните видове земеползване в България са за обработваеми земи и гори. *Фигура 8* показва АЕР въз основа на български източници. Моделът е разработен на базата на глобалната класификация за АЕР, посочена в Lee и колектив (2005 г.). Важно е да се подчертае, че определянето на АЕР по GTAP се различава от националните източници по отношение на България. Настоящият анализ е разработен за пет глобални АЕР за България въз основа на базата данни на GTAP, докато националните карти обхващат седем АЕР. В рамките на модела ИОР всеки АЕР е оценен според производителността на земята в него. Колкото по-висока е производителността на земята, толкова по-високи са добивите, а оттук и маржът на печалбата от дадената земеделска дейност.

Фигура 5. Подробно представяне на модулите за земя и води

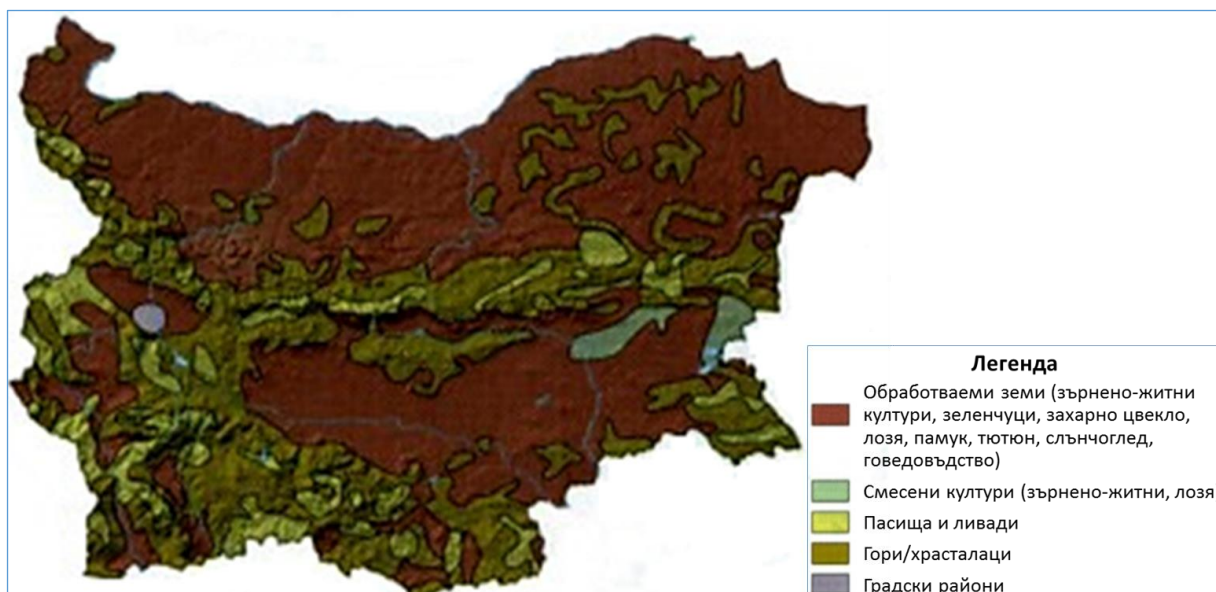


33. Въз основа на наличната литература може да се очаква изменението на климата да се отрази отрицателно на търсенето на земя и земеделската производителност. В съчетание с намаляващия демографски растеж, отрицателната тенденция при добивите се очаква да доведе до ръст на цените на земеделската продукция. Същевременно обаче някои климатични събития като наводнения, например, може да причинят преки вреди на земеделските производители. И двата случая са разгледани при базовия сценарий с включени симулации на климатичните въздействия.

Фигура 6. Търсене на земя при модела ИОР за България

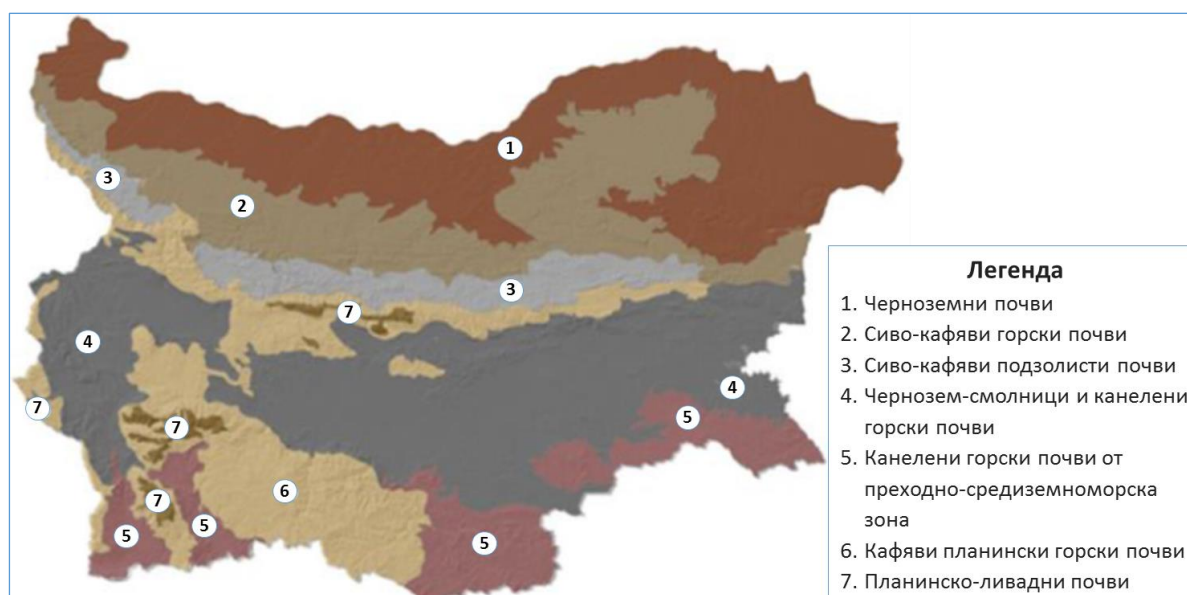


Фигура 7. Видове земеделско и животновъдно производство



Източник: Колев 2016 г.

Фигура 8. Агроекологични райони (АЕР) в България



Източник: Колев 2016 г.

Таблица 2. Дезагрегация по АЕР, използвани в настоящия анализ по модела ИОР

Период на вегетация (дни)	Режим на влажност	Климатична зона	Класификация по GTAP
0 – 59	Безводен	Тропическа	АЕР1
		Умерена	АЕР7
		Северна	АЕР13
60 – 119	Полубезводен сух	Тропическа	АЕР2
		Умерена	АЕР8
		Северна	АЕР14
120 – 179	Полубезводен влажен	Тропическа	АЕР3
		Умерена	АЕР9
		Северна	АЕР15
180 – 239	Засушлив	Тропическа	АЕР4
		Умерена	АЕР10
		Северна	АЕР16
240 – 299	Влажен	Тропическа	АЕР5
		Умерена	АЕР11
		Северна	АЕР17
>300 дни	Влажен с целогодишен вегетационен сезон	Тропическа	АЕР6
		Умерена	АЕР12
		Северна	АЕР18

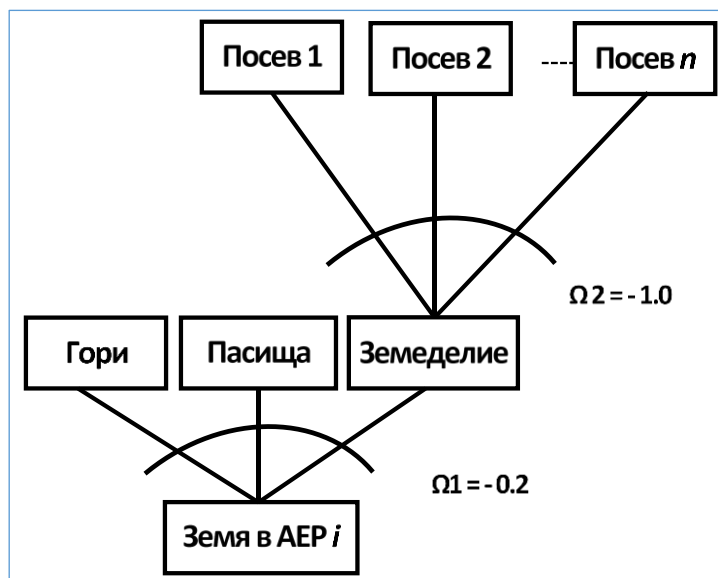
Източник: GTAP.

34. **Фигура 6** показва структурата на модела при различните видове земеползване. В **таблица 2** са изредени АЕР в България въз основа на класификацията на GTAP-FAO-ПАСА за глобалните агроекологични райони. АЕР9 (умерена климатична зона с

полубезводен влажен режим) покрива по-голямата част от страната, докато АЕР10 включва предимно западните региони (*фигура 11*).

35. Освен това, анализът на производителността на земята, включен в модела чрез подхода за АЕР налага добре да се разберат сезонните и дългосрочните климатични модели за страната. Очакваните промени в продължителността на периода на вегетация се въвеждат в модела като обща загуба на производителност в селскостопанския сектор въз основа на оценките на Roson и Sartori (2016 г.).

Фигура 9. Предлагане на земя в българския модел на ИОР

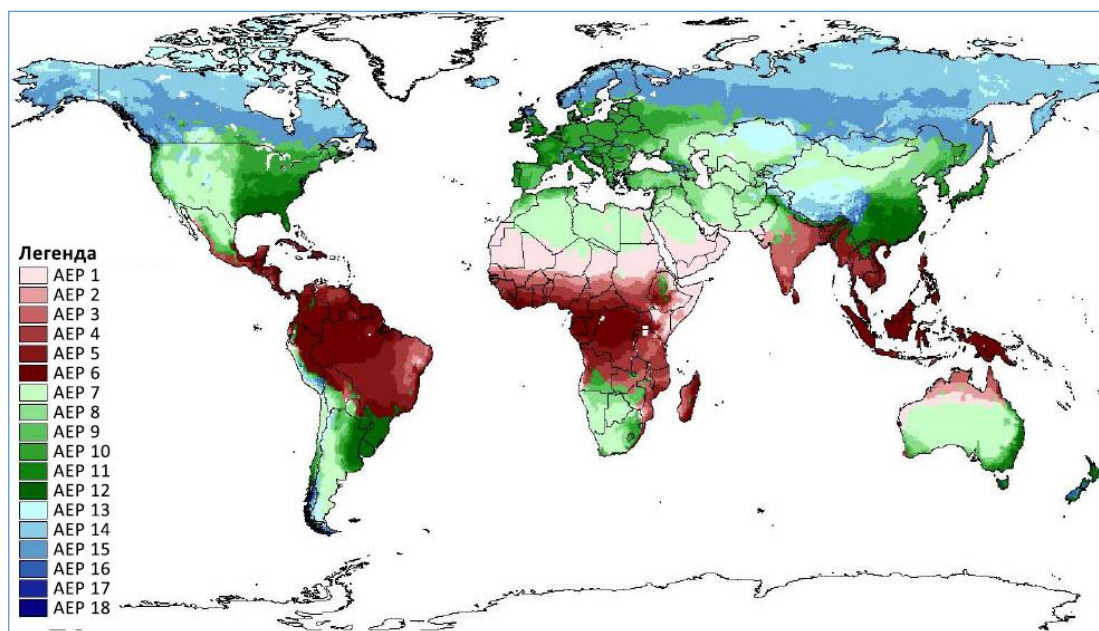


36. Конкуренцията по отношение на земеползването в селското стопанство се осъществява между петте АЕР (вж. *фигура 9*), докато конкуренцията по отношение на труд и капитал се осъществява на национално ниво. Освен за земя, в селскостопанският сектор има търсене за работна сила, капитали и природни ресурси като вода, минерали, риба и гори. За земята, която не се използва в селското стопанство, се приема, че се използва за паша на добитък или е покрита от гори. Използването на всеки фактор на производство се определя по специфичен начин: трудът и капиталът са несвършени заместители и се движат между секторите, докато земята се използва само за отглеждане на земеделски култури, горско стопанство или говедовъдство.

2.4.1. Изграждане на база данни за земята

37. Деветото издание на базата данни на GTAP за земеползването и земната покривка надгражда върху глобалните бази данни за земеползването и земната покривка, както и глобалните данни за горското дело. С цел да се поддържа многогодишният характер на 9-та версия на GTAP, базата данни за земеползването и земната покривка беше актуализирана с данни за 2011 г., както е показано на *фигура 10*. Този глобален набор от данни беше специално адаптиран, така че да включи множество източници за земеползването и водоползването на ниво РБ и АЕР в България, стъпвайки върху най-подробните и пълни бази данни.

Фигура 10. Глобални агроекологични райони (АЕР)



Източник: Lee и колектив 2005 г.

38. При актуализацията на данните за земната покривка бяха следвани следните процедури:

(а) Агрегиране и нормализация на земеделската и застроената земна покривка.

В рамките на всяка решетъчна клетка с размери $0,5 \times 0,5$ градуса беше добавен процентът на земна покривка от земеделски земи, пасища и застроени площи. Спрямо клетките, в които земната покривка от земеделски земи и застроени площи надхвърля 100 процента, беше приложена нормализация, с което да се гарантира, че сумарно земната покривка за тези клетки не надхвърля 100 процента.

б) Диференциране на „остатъчната“ земна покривка и разпределянето ѝ към други видове земна покривка. „Остатъчната“ земна покривка беше изчислена чрез изваждане на нормализираната земна покривка от земеделски земи и застроени площи в решетъчни клетки с обща стойност от 100 процента, след което „остатъчната“ земна покривка беше разпределена към ливади, гори, храсталаци и други категории земи при използване на Глобалните карти на потенциалната растителност.

(в) Преобразуване на относителните данни за земната покривка в реална площ на земната покривка. За получаване на площите на ниво решетъчна клетка при различните видове земна покривка беше използвана глобална карта за повърхността на Земята.

(г) Агрегиране на площта на земната покривка по АЕР и по държави. Площите на ниво решетъчна клетка за различните видове земна покривка бяха агрегирани чрез налагане върху картите на земната покривка на карти на глобалните АЕР и държавите.

(д) Изчисляване на достъпните горски площи по АЕР и по държави. За получаване на достъпните горски площи по АЕР и по държави, агрегираните

данни за горската площ бяха претеглени по дял на достъпните гори в общата горска площ по АЕР и по държави. Тези дялове бяха взети от базата данни за земната покривка GTAP 6.

2.4.2. Изграждане на база данни за водите

39. Процесът на добавяне на водата като производствен фактор в модела за България започва от базата данни на модела GTAP-АЕР, която идентифицира земя с различно предназначение (по сектори) в различни агроекологични райони. Това означава, че при разпределяне на отрасловите поземлени ренти съгласно GTAP по агроекологични райони (АЕР), поземлената рента се обвързва с площта, от която е събрана реколтата, а не с физически обработваемата площ. С други думи, в икономическите отчети на GTAP за отделните държави поземлената рента се генерира от дейността върху даден парцел земя през календарната година. Ето защо е важна стойността на обработваемата земя през цялата година. Секторните поземлени ренти съгласно GTAP се разпределят върху 18 АЕР³ в съответствие с конкретните производствени дялове за всеки АЕР, извлечени от множество източници.

40. Горният метод се използва във връзка с посочената по-долу формула, за да се разпределят секторните поземлени ренти съгласно GTAP върху 18 АЕР, след което да се добави водата като фактор на производството.

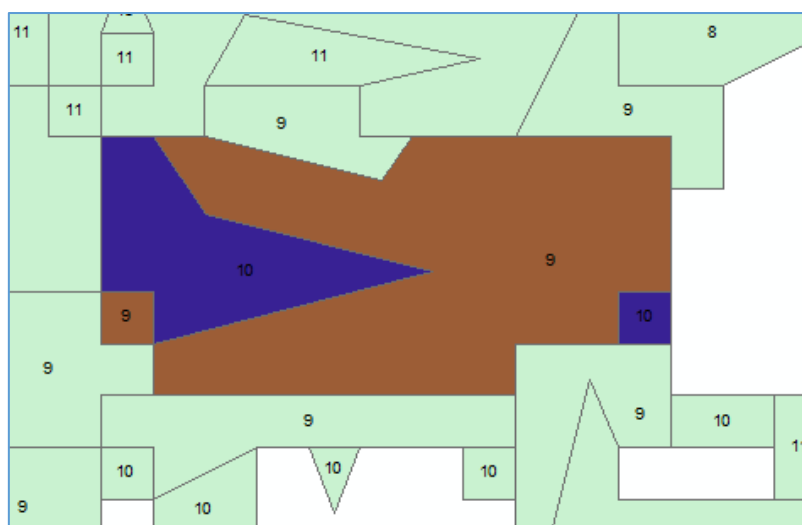
$$R_{cs} = R_c \left[\sum_{i \in c} P_i Y_{ia} H_{ia} / \sum_{a \in AEZ} \sum_{i \in c} P_i Y_{ia} H_{ia} \right] * SH_{ws} * SH_{rb}$$

където:

- R_{cs} е поземлената рента натрупана в земеделски отрасъл c по GTAP в АЕР a ;
- R_c е общата поземлена рента за земеделски отрасъл c по GTAP (тук няма разграничение по АЕР, заглавен ред VFM – стойност на фирмените покупки по пазарни цени в базата данни на GTAP);
- P_i е цената за тон от земеделска култура i на FAO (без промяна за АЕР);
- Y_{ia} е реколтата (тон на 1 000ха) от земеделска култура i на FAO в АЕР a ;
- H_{ia} е площта, от която е събрана реколтата от земеделска култура i на FAO в АЕР a ;
- SH_{ws} е дялът на категориите води (t = подпочвени или повърхностни води, b =РБ) в общите водни наличности в речния басейн; и
- SH_{rb} е дялът на секторното водопотребление по РБ.

³ В стандартните данни на GTAP-АЕР съществуват 18 АЕР обхващащи различни страни по света. Вписванията за България в тези 18 АЕР са нули, с изключение само на два АЕР. За целите на изчерпателността на данните (тъй като в модела се разглежда “останалата част от света”), трябва да бъдат включени всички 18 АЕР.

Фигура 11. АЕР в България въз основа на глобалната класификация на АЕР

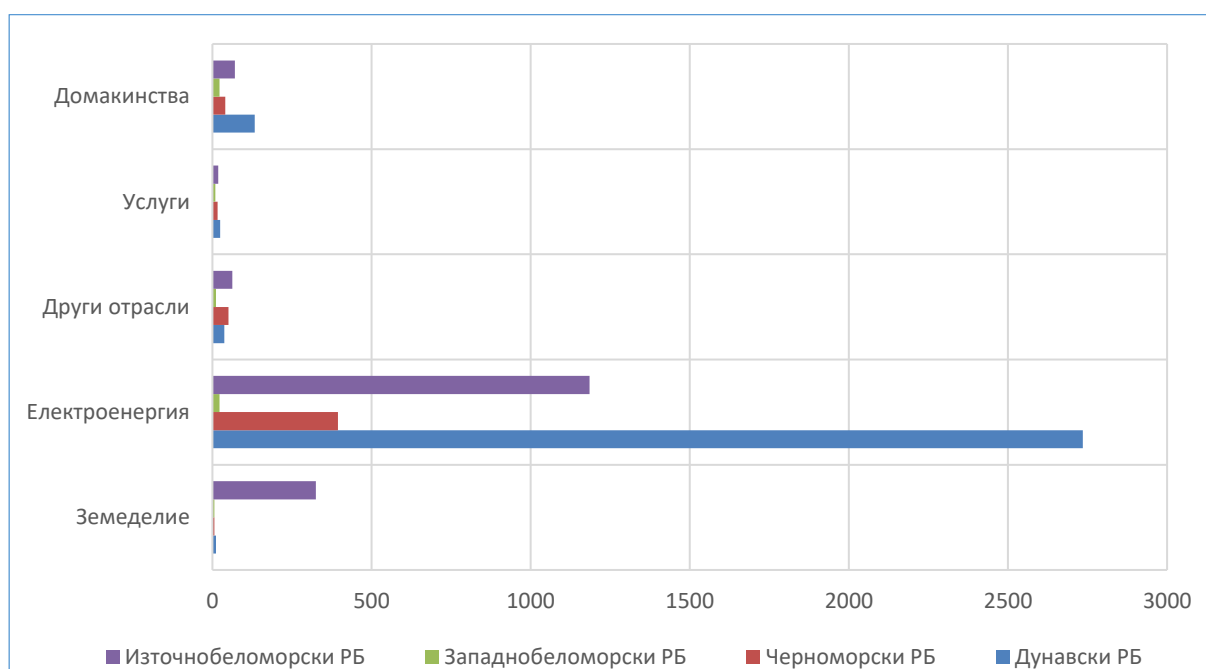


Източници: GTAP, FAO и IIASA, 2017 г.

Бележка: Полетата оцветени в кафяво и синьо изобразяват България. Българските източници посочват седем АЕР, докато съгласно класификацията на GTAP-FAO-IIASA територията на България е включена в пет глобални АЕР.

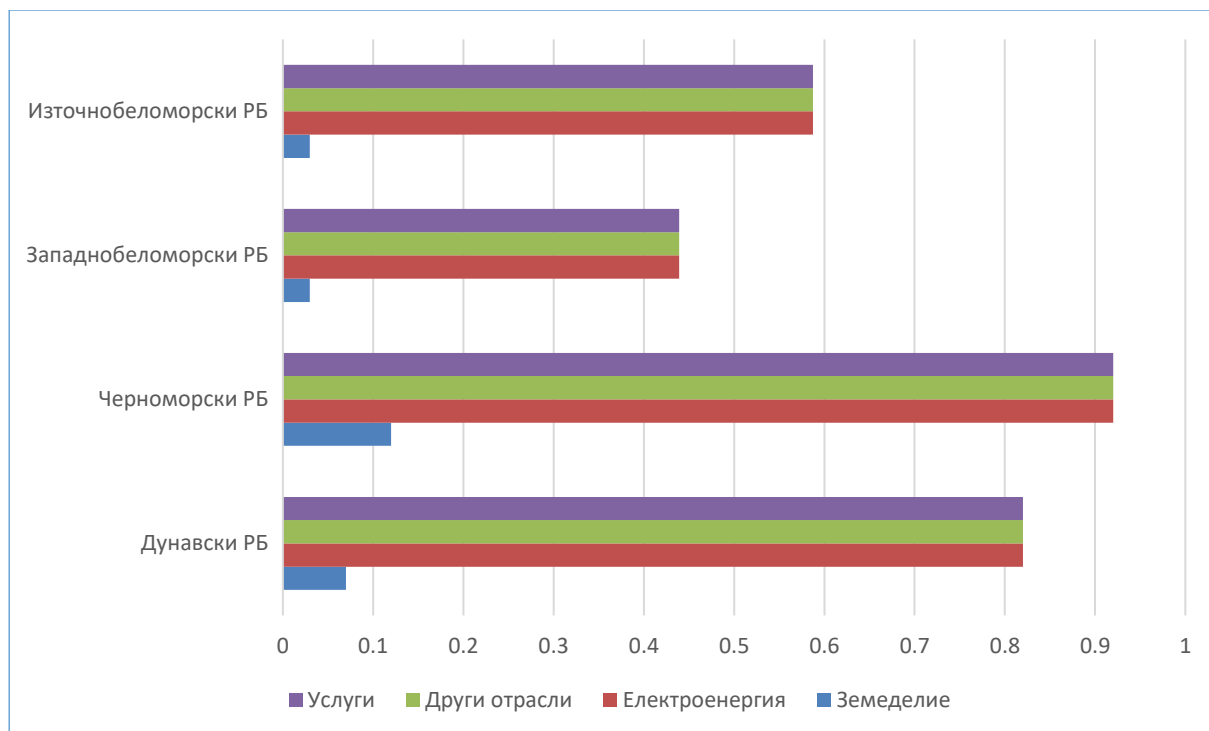
41. **Фигура 12** показва обема на водоползване по РБ и сектори в България за 2011 година. Физическите данни за водоползването бяха съчетани с данните от **фигура 13**, която показва средните цени на водата по речни басейни, за да получим стойността на водоползването по сектори и по РБ, която е необходима за получаване на стойността на $SH_{rb}(c,b)$, използвана в горното уравнение. За получаване на стойността на $SH_{ws}(t,b)$ бяха използвани данните, показващи разпределението на източниците на прясна вода в четирите РБ на България.

Фигура 12. Водоползване (млн. куб. м) по сектори и РБ, 2011 г.



Източник: Министерство на земеделието, храните и горите.

Фигура 13. Средни цени на водата по сектори и РБ, 2011 г., в щ.д.



Източник: Министерство на земеделието, храните и горите.

42. Както може да се види от горните фигури, търсенето на вода е най-голямо в Дунавския речен басейн, предимно за производство на електроенергия. Важно е да се отбележи, че цените на водата за всички промишлени сектори са еднакви, с изключение на селското стопанство, което се ползва от най-ниски тарифи. Черноморският РБ плаща най-високи цени за вода, докато Западнобеломорският се ползва от най-ниски тарифи.

43. За илюстрация, **таблица 3** показва общата добавена стойност за България, включително поземлената рента (заглавен ред VFM – стойност на фирмените покупки по пазарни цени - от базата данни GTAP), по земеделски култури (напоjavани и дъждовни), по РБ и по АЕР. Данните сочат, че по-голямата част от икономическата стойност се генерира от напоjavани култури в Дунавския РБ, в АЕР 9 и АЕР 10. Това отговаря на очакванията, тъй като тези два района се отличават с умерен климат, който позволява по-дълъг период на вегетация. В базата данни и модела наличните водни ресурси, въз основа на всички управлявани в РБ води, се отличават с равновесие, тоест предлагането и търсенето са еднакви и потреблението на вода от отделните РБ за нуждите на различни отрасли е равно на общото наличие на вода във всеки РБ. Такъв баланс съществува както при референтната година, така и в базовия сценарий и сценариите за климата с или без адаптация в бъдеще. Това не означава, че бъдещият недостиг на вода и увеличаването на риска от суша не е повод за загриженост при продължаващите промени на климата, особено в дългосрочен план (тоест в края на века, далеч отвъд хоризонта на този анализ). В краткосрочен план (или през следващите 30 години), основните рискове по отношение на водните ресурси са свързани предимно с наводнения. За този период не се очаква да се промени значително състоянието на подпочвените води, а при спада на населението и умерен икономически растеж,

наличието на вода едва ли ще представлява проблем за районите, които използват подземни води. Единствено Черноморският район изглежда най-уязвим на риска от недостиг на вода (сезонно), като се има предвид по-голямата му зависимост от повърхностни води и по-активната туристическа дейност. Това показва ограниченията по отношение на подробността на анализа, което би могло да бъде посока за по-нататъшно развитие: би могло да има сезонен недостиг, но той не може да бъде засечен при модел с годишна стъпка и подобна степен на дезагрегация.

Таблица 3. Поземлена рента в България по земеделски култури (млн. щ.д.)

	pdr	wht	gro	v_f	osd	c_b	pfb	ocr
S_DB_AEZ8	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05
G_DB_AEZ8	0,03	0,10	0,08	1,40	0,18	0,00	0,08	1,99
S_BS_AEZ8	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,08
G_BS_AEZ8	0,01	0,02	0,01	0,22	0,03	0,00	0,01	0,31
G_WA_AEZ8	0,01	0,03	0,03	0,44	0,06	0,00	0,03	0,63
S_DB_AEZ9	0,06	2,98	1,22	1,93	3,70	0,00	0,09	3,32
G_DB_AEZ9	2,26	112,16	45,85	72,59	139,05	0,00	3,32	124,78
S_BS_AEZ9	0,09	4,38	1,79	2,83	5,43	0,00	0,13	4,87
G_BS_AEZ9	0,36	17,70	7,24	11,46	21,94	0,00	0,52	19,69
S_EA_AEZ9	0,01	0,31	0,13	0,20	0,38	0,00	0,01	0,34
G_EA_AEZ9	0,02	1,05	0,43	0,68	1,30	0,00	0,03	1,17
S_WA_AEZ9	0,05	2,50	1,02	1,62	3,10	0,00	0,07	2,79
G_WA_AEZ9	0,72	35,61	14,56	23,04	44,14	0,00	1,05	39,61
S_DB_AEZ10	0,02	0,21	0,07	0,17	0,22	0,00	0,00	0,24
G_DB_AEZ10	0,57	7,97	2,81	6,51	8,42	0,00	0,10	9,21
S_BS_AEZ10	0,02	0,31	0,11	0,25	0,33	0,00	0,00	0,36
G_BS_AEZ10	0,09	1,26	0,44	1,03	1,33	0,00	0,02	1,45
S_EA_AEZ10	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,03
G_EA_AEZ10	0,01	0,07	0,03	0,06	0,08	0,00	0,00	0,09
S_WA_AEZ10	0,01	0,18	0,06	0,15	0,19	0,00	0,00	0,21
G_WA_AEZ10	0,18	2,53	0,89	2,07	2,67	0,00	0,03	2,92
G_DB_AEZ14	0,00	0,05	0,02	0,12	0,05	0,00	0,00	0,42
S_BS_AEZ15	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
G_BS_AEZ15	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,03
G_WA_AEZ15	0,00	0,05	0,01	0,04	0,04	0,00	0,00	0,05
UnSkLab	2,74	153,32	47,77	108,56	187,98	0,04	1,15	128,36
SkLab	0,47	25,30	7,93	18,53	31,01	0,01	0,51	22,49
Capital	0,93	48,52	17,51	33,48	58,84	0,05	1,27	54,88
NatRes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Бележка: Класификация на водите: S=повърхностни води, G=подпочвени води; Класификация на РБ: DB=Дунавски, BS=Черноморски, WA=Западнобеломорски, EA=Източнобеломорски; AEZ=Агроекологична зона. UnSkLab=неквалифицирана работна ръка, SkLab=квалифицирана работна ръка, Capital=капитал, NatRes=природни ресурси.

Източник: Обработка на данни на GTAP при използване на данни от Министерството на земеделието, храните и горите.

2.5. Функции на щетите

44. Изменението на климата оказва влияние върху икономическите дейности чрез промените в наблюдаемите физически параметри (температура, дъждове, покачване на морското равнище и т. н.), които се отразяват като сътресения върху икономическите променливи в икономическия модел: математическите отношения, които се занимават с тези сътресения, се наричат функции „на щетите“.

Прогнозни изчисления на функциите на щетите

45. Функциите на щетите подпомагат преобразуването на физическите въздействия от изменението на климата в икономически променливи, които представляват интерес и могат да се използват, например, в рамката на ИОР. Погледнато по този начин, функциите на щетите представляват взаимоотношения между свързани с климата променливи величини като температура и валежи, и икономически променливи като производителността, например. По-долу са представени някои от функционалните форми, използвани в модела на ИОР за България. Тези уравнения не са част от стандартния GTAP модел на ИОР за България, а са извлечени от резултатите от изчисленията, първоначално приложени от Roson и Sartori (2016 г.). Конкретните стойности, които в крайна сметка са подадени за изчисление в модела на ИОР, са показани в **таблица 4**.

1) Функция на покачване на морското равнище (Sea Level Rise – SLR)

$$SLR = [(\alpha + \beta \Delta t - V)(Y - 2000)]$$

където:

SLR е покачване на морското равнище в метри;

Δt е изменението на температурата, съотнесено към базовия сценарий (1985–2005 г.)⁴;

Y е годината, маркираща избрания период (например 2050 г.);

V е вертикалното движение на земната кора;

α и β са параметри, чиито стойности се изчисляват по иконометричен метод на базата на панелни данни на Roson и Sartori (2016 г.), които са изчислили, че $\alpha=0,00095$ и $\beta=0,00342$

46. Като използват тази взаимовръзка, авторите след това изчисляват променлива от SLR като процентното изменение на данните за наличната за ползване земя през 2050 г. спрямо тези за 2005 г. Получената загуба на земя в резултат от SLR е около 0,2 процента до 2050 г. за централна и източна Европа.

2) Въздействие върху добивите от земеделски култури

$$DY = 115,992DT - 9,936DT^2 + 0,475DP + 7,9DK/K$$

където:

DY е изменението на продукцията на хектар;

DT е температурното изменение (°C);

DP е изменението на валежите (mm);

DK е изменението на концентрацията на въглероден диоксид в атмосферата (ppm).

⁴ Стойността за конкретната година е различна за различните страни. Roson и Sartori (2016 г.) правят калкулация на тези функции за 140 държави. Някои от тях разполагат с данни за 1985 г., а други – за 2005 г. и оттам идва широкият времеви диапазон.

47. Това първоначално уравнение впоследствие се преобразува така, че да свърже измененията на добивите от земеделски култури само с промените в средните температури, а авторите изчисляват DY/Y , за да получат процентно изменение на продукцията на хектар. Такива загуби на добив варират между 1 и 11 процента за умерените региони, за различни култури (както е показано в **таблица 4**).

3) Топлинен стрес и производителност на труда

$$RH = 67,11 - 0,84T - 0,23P - 0,0005P^2$$

където:

RH е средната относителна влажност (%);

T е средната температура на въздуха ($^{\circ}C$);

P е средната месечна сума на валежите (mm).

48. От стойността на RH се изчислява средната абсолютна влажност E , от която се изчислява индексът за топлинно натоварване (WBGT), за да се определи процентът на обичайните работни часове, които човек може да полага, при допускането, че през останалото време почива. Загубите в производителността на труда, дължащи се на корекциите на стойностите на RH , произтичащи от изменението на климата, варират между 2,5 и 17,5 процента.

$$E = (RH/100) \times 6,105 \times \exp(17,27 T / (237,7 + T))$$

$$WBGT = 0,567 T + 3,94 + 0,393 E$$

4) Туризъм

$$A = K_A \times \exp(0,22T - 0,00791T^2)$$

$$D = K_D \times \exp(-0,18T - 0,000438T^2)$$

където:

A са пристигащите;

D са заминаващите;

T е средната температура на въздуха ($^{\circ}C$);

K_A и K_D са специфични за страната константи, целящи да вземат предвид всички други фактори, различни от температурата.

5) Енергетика

49. Изменението на климата вероятно ще окаже въздействие върху енергийния сектор по няколко направления, например намаляване на ефективността на ядрените и топлоелектрическите централи (тъй като по-високите температури на въздуха и водата се отразяват на ефективността на охладителните им системи), несигурност по отношение на производството на енергия от водоелектроенергетичните централи (тъй като оттока на реките може да бъде засегнат от изменението на климата), щети по инфраструктурата, включително по преносните и разпределителните мрежи (при по-чести и интензивни климатични рискове) или промяна в търсенето на енергия (от зимата към лятото). Следва да се отбележи, обаче, и че заключението от "Анализ и оценка на риска и уязвимостта на секторите в българската икономика от климатичните промени" (МОСВ 2014 г.) е, че енергийният сектор е "изключително устойчив" на очакваните въздействия в периода до 2035 г. В резултат на това заключение,

настоящият анализ се съсредоточава основно върху въздействието на изменението на климата върху търсенето на енергия, което е "непряко" въздействие на изменението на климата.

50. Връзката между (изменението) на температурата и (изменението на) потреблението на енергия е доста сложна и зависи от сезона, източника на енергия и климатичните условия в страната. Например увеличаването на зимните температури би довело до намаляване на енергията, използвана за отопление, докато увеличаването на летните температури вероятно ще доведе до увеличаване на консумираната енергия за охлаждане. Анализите на сценариите за климатичните промени за България показват, че намаляването на отоплителните дни е по-голямо от увеличението на дните на охлаждане, поне до 2050 г.⁵ С други думи, изменението на климата ще се изразява като цяло в намалено потребление на енергия. Влиянието на температурните промени върху търсенето на енергия беше моделирано според спецификациите на Roson и Sartori (2016 г.), основаващи се на сезонна дългосрочна температурна еластичност на енергийното търсене, диференцирана по източници на енергия и климатичен район. Като цяло, за България търсенето на енергия ще намалее с около 1,9 процента при оптимистичния сценарий с 2 градуса повишение на температурата и с около 10,7 процента при песимистичния сценарий с 4 градуса повишение на температурата.

51. Описаните по-горе симулации се правят като се определят съответните икономически променливи величини и към тях се приложат „сътресения“ (екзогенни изменения) като например:

- Загубите на земя поради покачването на морското равнище са моделирани като процентно намаляване на запасите от плодородна земя и капитал в България. И двете модификации засягат променливи величини и запаси от земя и капитал, които са екзогенни за модела и следователно се прилагат направо. Тъй като не е налична информацията за капиталовите загуби, се прави допускането, че те са еквивалентни на загубите от земеползване.
- Измененията в регионалното търсене от страна на домакинствата на петрол, газ и електроенергия се моделират като изменения в общите фактори, променящи търсенето в съответните отрасли.
- Измененията в разходите, генерирани от туризма, се моделират като изменения в търсенето от страна на домакинствата, насочено към „сектора на пазарните услуги“, който включва услугите, свързани с развлечения и отдих.
- Ефектите върху селското стопанство са симулирани посредством измененията в добива от земеделски култури.

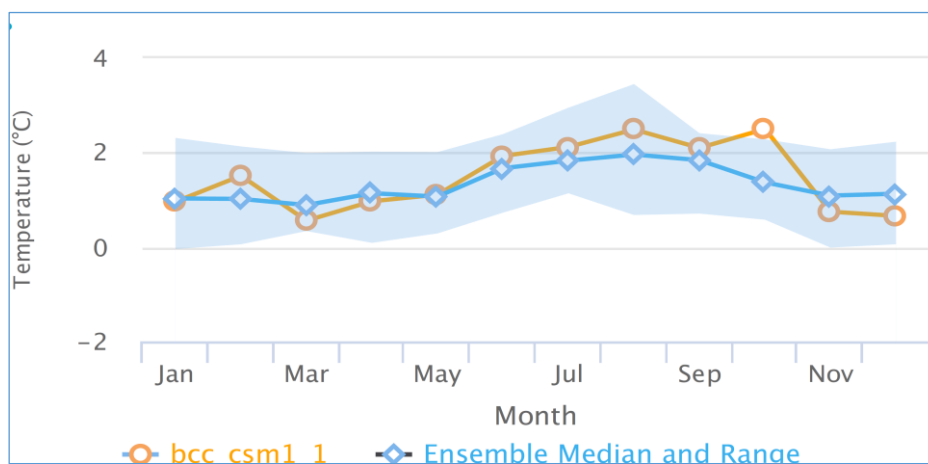
52. С цел анализиране на макроикономическите последици от изменението на климата и ползите от адаптацията, са избрани два сценария за изменението на климата, които съпоставят сценарий с чувствителност към климата (глобално повишение на температурите с 2°C) и въглеродно-интензивен сценарий (глобално повишение на температурите с 4°C). Като се имат предвид публикуваните в момента анализи за

⁵ Портал за знания на Световната банка по отношение на изменението на климата

Европа, има особен смисъл да се разглежда сценарий с повишение на температурите от 4°C (тъй като наличните проучвания се фокусират основно върху затопляне с 2°C, както е обяснено в **раздел 3.2**). Сценарият с чувствителност към климата съответства на представителен път на концентрацията 4,5 (RCP 4.5)⁶, който представлява бъдеще, в което се предприемат колективни действия за ограничаване на емисиите на парникови газове и увеличение на глобалната средногодишна температура с 2,4°C (диапазон от 1,7 до 3,2°C) до 2100 г. спрямо предииндустриалните нива. Сценарият с въглероден интензитет съответства на RCP 8.5, който представлява бъдеще, в което не се предприемат никакви действия за намаляване на емисиите и глобалната средногодишна температура се увеличава с 4,3°C (диапазон от 3,2 до 5,4°C) до 2100 г. спрямо предииндустриалните нива.

53. **Фигури 14 и 15** показват очакваните промени в месечните температури в България при сценария с повишение на температурите с 4°C (RCP 8.5). Според RCP 8.5, средната глобална температура се покачва с около 2°C до средата и с 4°C до края на века, а затоплянето над България е по-интензивно – около 2,4°C до средата и 4,8°C до края на века. В няколко климатични модела средната температурна промяна за България се доближава до 4°C още до 2050 г. Функциите на щетите, съгласно терминологията на Roson и Sartori (2016 г.), са калибрани спрямо очакваното повишаване на средната глобална температура. Това предположение е до голяма степен съответстващо, въпреки че в същото време леко подценява затоплянето за България.

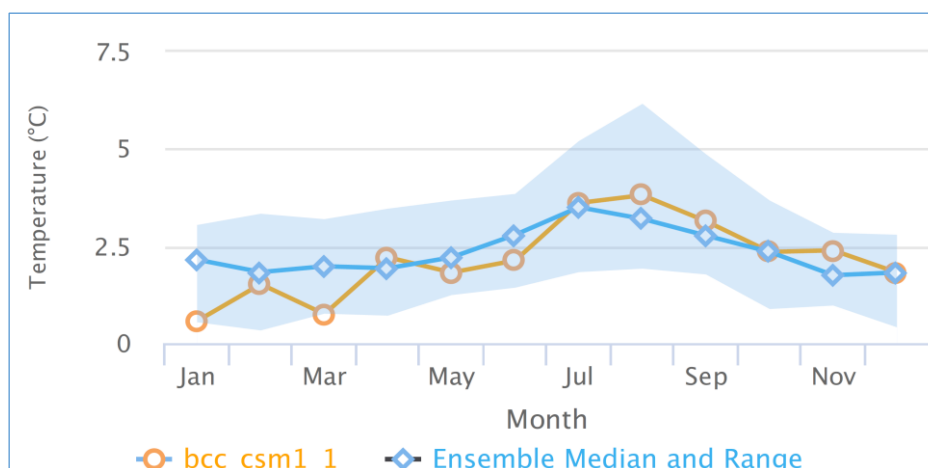
Фигура 14. Прогнозни промени в месечните температури в България за периода 2020–2039 г. (при RCP 8.5)



Източник: Портал на Световната банка за знания по изменението на климата.

⁶ Представителните пътища на концентрациите (Representative Concentration Pathways – RCPs) са четири траектории на концентрациите (не на емисиите) на парниковите газове, възприети от МГИК и използвани в Петия оценъчен доклад (AR5) на групата през 2014 г.

Фигура 15. Прогнозни промени в месечните температури в България за периода 2040–2059 г. (при RCP 8.5)



Източник: Портал на Световната банка за знания по изменението на климата.

54. Тези очаквани месечни увеличения на температурата се преобразуват в промени в производителността за икономическите променливи при сценарии за температурни промени съответно с 2°C (оптимистичен) и с 4°C (песимистичен), като се прилагат екзогенните промени (шокови сътресения), разработени от Roson и Sartori (2016 г.).

Таблица 4. Промени в производителността за икономическите променливи при сценарии с повишаване на температурата с 2°C (оптимистичен) и с 4°C (песимистичен) и прилагане на шоковия модел на Roson и Sartori (2016 г.)

Шокови сътресения/Сценарий	Покачване на температурата с 2°C		Покачване на температурата с 4°C	
	(а) Оптимистичен сценарий	(б) Песимистичен сценарий	(а) Оптимистичен сценарий	(б) Песимистичен сценарий
Шокове в производителността (спрямо базовия сценарий)				
Ориз	-1,53	-4,59	-3,53	-10,59
Пшеница	-3,065	-9,195	-3,19	-9,57
Други зърнени култури	-1,345	-4,035	-3,345	-10,035
Шокове в енергийното търсене				
Електричество	-0,05	-0,15	-0,09	-0,27
Газ	-0,05	-0,15	-0,08	-0,24
Нефтени продукти	-5,15	-15,45	-9,93	-29,79
Шоково покачване на морските води				
Земя	-0,0002	-0,0006	-0,00037	-0,00111
Капитали	-0,0002	-0,0006	-0,00037	-0,00111
Шокове в туризма				
Търсене на хотелиерски и туристически услуги	0,178	0,534	0,356	1,068

55. Аналитичната рамка, разработена за България, интегрира социално-икономическия подход със съвременни модели за изменението на климата и използването на земята/водите. Мащабът на анализа обаче е все още ограничен от границите на науката за климата. Прогнозите за преки или непреки въздействия от изменението на климата върху широк спектър от икономически дейности остават непълни. Така например, настоящият анализ не отчита такива непазарни въздействия от изменението на климата като промени в разпределението на биологичните видове, намаляване на биологичното разнообразие или загуба на екосистемни стоки и услуги. По отношение на селското стопанство и енергетиката оценките на въздействието от климата са относително добре развити. Това са секторите на икономиката, които са в центъра на разработването на сценарии за адаптация за България.

56. Следователно, от първостепенно значение при интегрирането на социално-икономически и физически модели е да се преодолеят основните несигурности в оценките на въздействието на климата. За да се преодолее рискът от натрупване на несигурност на различни нива на оценка, проучването разработи макроикономическия анализ на базата на два сценария за климата: с оптимистични и песимистични перспективи. Всеки от тези сценарии включва различни предположения за мащаба на изменението на климата до 2050 г. и за посоката и обхвата на вероятните въздействия в анализирания пазарни сектори. При разработването на сценария оптимистичните и песимистични прогнози за климата бяха тествани за високи и ниски допускания за уязвимост за всеки сектор (по отношение на неговата чувствителност към изменението на климата и способността му за адаптиране).

Каре 1. Ограничения на модела ИОР

Въпреки че все по-често се използва моделирането на приложното общо равновесие за целите на анализа на политиките в областта на климата през последните няколко години, методологията има своите ограничения. Основният проблем се корени в присъщата трудност да се съчетае теорията с реалността. За да бъдат изчислени моделите на приложното общо равновесие, е необходима емпирична база. По-долу е представен списък на основните проблеми на моделирането:

- **Структурата на модела:** изборът на функционалните форми на модела, на типа еластичност, на данъчното третиране и пр. е първата пречка пред изследователите при моделирането на дадена икономика. Например използваният тук модел на GTAP прилага едни и същи функционални форми за домакинствата в различни региони на света. Доколко това се оказва реалистично във връзка с работата по изготвянето на политиките винаги е спорно.
- **Данните и стойностите на параметрите:** моделите на ИОР разчитат на матрица за социална отчетност (МСО), за да оценят приблизително функционирането на дадена икономика. Създаването на МСО обаче далеч не е просто. Допълнително усложнение е комбинирането на МСО от широк набор държави, за да бъде разработена глобална МСО, а глобалният модел на ИОР допълнително утежнява задачата. В допълнение, различните функционални форми, определени в модела, изискват оценка на параметрите. Не е възможно всички тези функционални параметри да се оценят иконометрично и се налага да се направи някакъв вид приближение или експертна оценка. Това още повече отдалечава гореспоменатия модел от реалността.

- **Проверка и валидиране на модела:** друг важен проблем, свързан с тази методология, е липсата на статистически тестове, чрез които да се потвърди валидността на спецификациите на модела. Повечето модели на общото равновесие са калибрирани въз основа на база данни за конкретна година. По тази причина, с изключение на прости тестове за анализ на чувствителността на определени параметри, включени в модела, не могат да се използват иконометрични процедури за тестване на валидността на модела.
- **Механизми за обратна връзка и уязвимост:** Въздействията от изменението на климата върху обществото и икономиката зависят в голяма степен от взаимодействието с новия климат, както и от уязвимостта към екстремни метеорологични събития. Степента на уязвимост се определя от фактори като технически и финансови способности, демографски, социално-икономически и поведенчески ограничения, организация на обществото. Тъй като тези фактори се изменят с течение на времето, уязвимостта също следва да варира (Tol и Fankhauser, 1998 г.). Моделът и подходът, използвани в анализа, не отчитат изрично изменящата се уязвимост. Освен това, тъй като използваният тук модел на GTAP по естеството си е до известна степен агрегиран (по сектори и подрегиони, времева стъпка), възможните механизми за обратна връзка и корекции са ограничени. Земеделието е един от секторите, които са най-уязвими по отношение на изменението на климата в България и моделът може да анализира добре връзката между природните активи като земите и водите, които са уязвими от изменението на климата и първичните фактори за производство в земеделието. При интерес по отношение на политиките и налична микроикономическа и техническа информация на секторно равнище, моделът може да бъде допълнително подобрен, за да се подобри представянето на уязвимостта на климата и на адаптационния потенциал в други сектори или да анализира въпроси, свързани със смекчаване на въздействието от изменението на климата. Това са потенциални посоки за по-нататъшни изследвания.
- **За да се преодолеят тези ограничения на модела ИОР за България,** са заимствани климатични параметри от глобалния динамичен модел на ИОР, разработен от Roson и Sartori (2016 г.) с анализ на чувствителността (висока и ниска уязвимост) за два сценария за изменение на климата.

3. Базов сценарий на модела: растеж до 2050 г.

57. Симулациите по модела на ИОР включват на първо място разработването на икономически базов сценарий, който не отчита въздействията от изменението на климата. На второ място, икономическите прогнози в базовия сценарий са коригирани с оценените въздействия на изменението на климата. За България, симулациите по модела показват, че изменението на климата може да доведе до много по-бавен икономически растеж, като темпът на растеж ще бъде по-нисък с около 1 до 4 процента годишно⁷. Трето, разработен е допълнителен сценарий за илюстриране на потенциалните нетни ползи от адаптацията към изменението на климата (разгледан в *раздел 4*).

3.1. Базов сценарий: без отчитане на въздействията от изменението на климата

58. Базовият икономически сценарий до 2050 г. е пътят на растеж, който България е вероятно да следва. Той е разработен въз основа на наблюдаваните тенденции в развитието на икономиката на страната през периода 2011–2015 г. и демографските прогнози, разработени от ООН при допускания за постоянен коефициент на плодовитост и постоянни тенденции в миграционните процеси през 2011–2015 година. Тези статистически данни и прогнозите на МВФ до 2022 г., използвани при разработването на базовия сценарий, са представени в *таблица 5*.

59. Факторите, определящи посоката на икономическо развитие, т.е. демографските тенденции, инвестициите, развитието на международната търговия за периода 2015–2022 г. съгласно публикуваните данни на МВФ, са показани в *таблица 5*. Въз основа на официалната статистика за тези параметри беше направено допускането, че инвестициите ще представляват около 23 процента от БВП през следващите години и че българската икономика се очаква да нарасне 1,3 пъти до 2050 г., което представлява средногодишен темп на растеж от около 1,7 процента на година. Подобряването на производителността на инвестициите е един от основните двигатели на растежа.

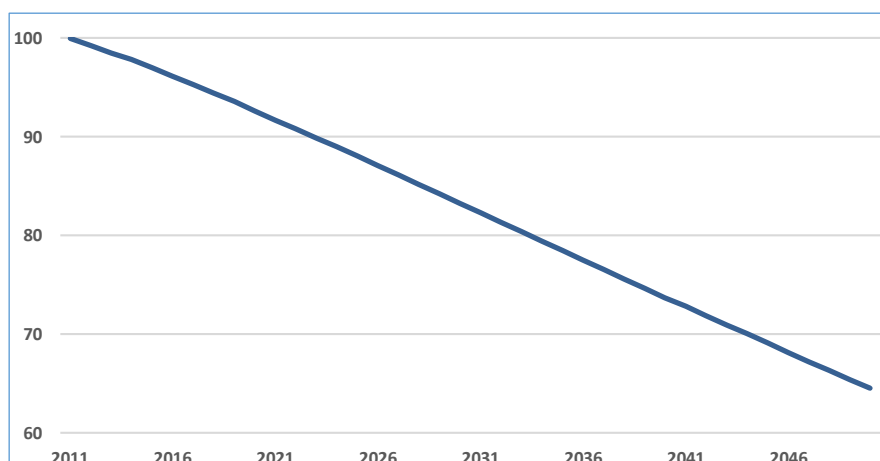
Таблица 5. Статистически данни, използвани при разработването на Базовия сценарий

България	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
БВП, постоянни цени (национална валута)	76,203	76,227	76,884	77,906	80,724	83,503	85,924	88,244	90,45	92,712	95,029	97,405
БВП, постоянни цени (процентно изменение)	1,915	0,031	0,862	1,329	3,617	3,443	2,9	2,7	2,5	2,5	2,5	2,5
Общо инвестиции (процент от БВП)	21,47	21,942	21,34	21,436	21,19	20,307	20,83	20,98	21,443	22,227	23,1	23,986
Баланс по текущата сметка (процент от БВП)	0,33	-0,853	1,276	0,082	-0,134	4,198	2,258	2,034	1,731	0,946	0,105	-0,825
Население, общ брой (x1000)		7 395,6	7 348,3	7 305,9	7 265,1	7 223,9	7 178,0					

Източник: МВФ.

⁷ ОИСР (2015 г.) прогнозира годишен растеж от 1,7 процента за периода 2040–2050 г.

Фигура 16. Прогноза за населението на България
(общ брой на населението, постоянна раждаемост, ниво на миграция)

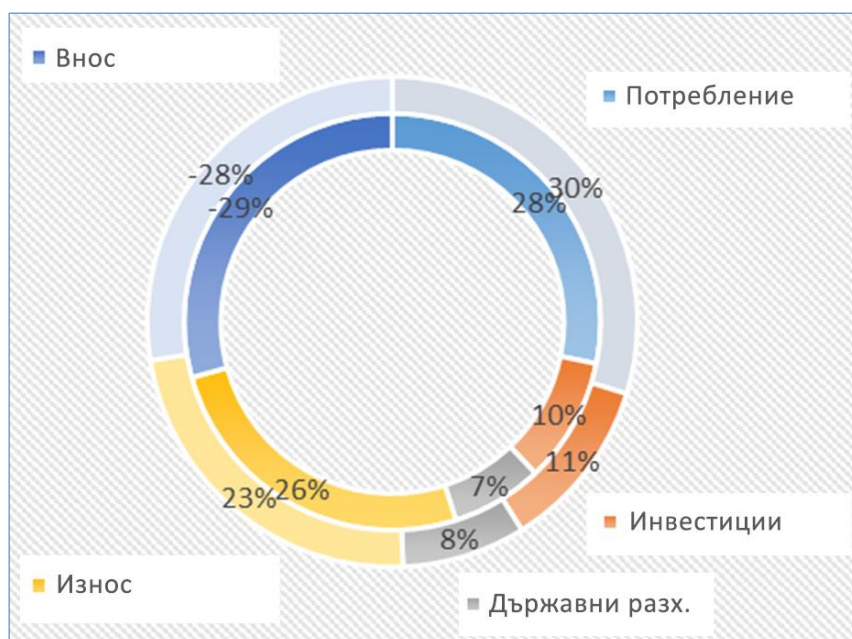


Бележка: Индекс 2011 г. (начална година) = 100.

Източник: Статистически данни на ООН.

60. Както е показано на **фигура 16**, между 2011 и 2050 г. населението на страната се очаква да намалее с 36 процента (от 7,39 милиона на 4,73 милиона). Намаляването на населението засяга два параметъра в модела на ИОР: намаляване на търсенето на стоки и услуги (което води до намаляване на предлагането) и свиване в предлагането на работна сила. Намаляването на вътрешното търсене може да бъде компенсирано от износа с повишаване на конкурентоспособността. Намаленото предлагане на пазара на труда би довело до по-високи заплати поради недостиг на работна сила, а оттам и до по-високи производствени разходи и неблагоприятно въздействие върху конкурентоспособността в зависимост от еластичността на производството и търговията. По този начин секторите, отличаващи се с висока трудоемкост, вероятно ще намалее, а по-малко трудоемките сектори в България е вероятно да се увеличат през следващите десетилетия. Сред секторите на икономиката на България селскостопанският сектор се отличава с висока трудоемкост - разходите за труд формират 46 до 71 процента от общите разходи за производствени фактори. Производственият сектор, от друга страна, се отличава с висока капиталова интензивност, като капиталовите разходи формират 50 до 75 процента от общите разходи за производствени фактори. Секторът на услугите е малко по-хетерогенен, като делът на разходите за труд варира между 40 процента и 70 процента, но въпреки това този сектор се отличава с по-голяма трудоемкост в сравнение с производствените сектори.

Фигура 17. Структура на БВП през 2011 г. (вътрешен кръг) и 2050 г. (външен кръг), при сценарий без отчитане на промените в климата



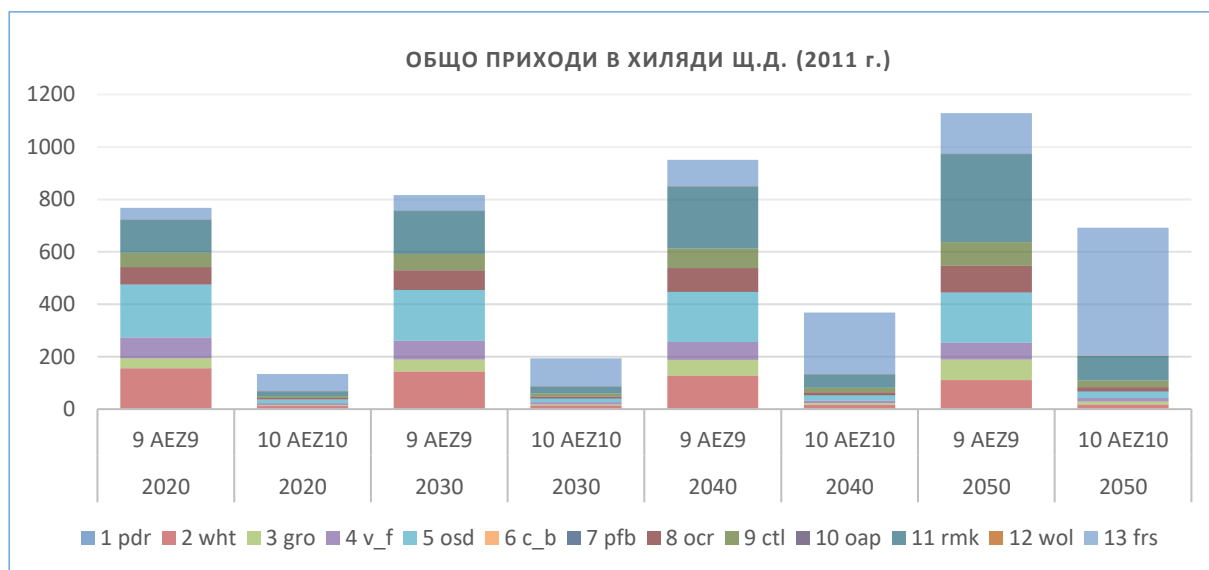
Източник: Резултати от българския модел на ИОР.

61. Въз основа на прогнозните резултати от симулациите по модела до 2050 г., инвестиционните и правителствените разходи ще нарастват с умерени темпове, докато потреблението и вносът е вероятно да растат по-бързо от останалите макроикономически показатели (*фигура 17*). В крайна сметка, растежът зависи от потреблението. Като цяло, търговският дефицит вероятно ще се запази до 2050 година. Докато делът на селското стопанство в търговията е вероятно да остане непроменен, нетният износ на производствени продукти (предимно машини и оборудване) вероятно ще се увеличи.

62. Очаква се създаването на стойност в отделните сектори да варира между подрегионите дори и без отчитане на въздействията от изменението на климата. Най-големите промени се наблюдават в сектор земеделие. Както е показано на *фигура 18*, от трите агроикономически района с умерен климат, земеделската продукция в АЕР 9 (Западен район), най-влажния район, се очаква да нараства по-бързо, отколкото в АЕР 10 (Източен район). Създаване на най-висока стойност се очаква от суровото мляко в АЕР 9 (Западен регион) и от горите/горските продукти в АЕР 10 (Източен район). (вж. *таблица 1.1* в *приложение 1* за определението на земеделските култури съгласно класификацията на GTAP).

63. Важно е да се подчертае, че базовият икономически сценарий не включва съществуващи или планирани секторни стратегии и реформи, като само преобразува потенциала за растеж въз основа на прогнозите за търсенето и предлагането в отделните сектори и АЕР. Търсенето на продукти идва от домакинствата, държавата, промишлеността и търговските партньори, докато предлагането на стоки зависи от местното производство и вноса. Пазарните механизми водят до увеличаване на цените когато търсенето превишава предлагането и обратно.

Фигура 18. Приходи на домакинствата от селскостопанска дейност (2020–2050 г.), при сценарий без отчитане на промените в климата, в сравнение с 2011 г.



Легенда: pdr – Ориз, нелющен; wht – Пшеница; gro – Други зърнени култури; v_f – Плодове и зеленчуци; osd – Маслодайни семена и маслени плодове; c_b – Захарна тръстика и захарно цвекло; pfb – Растителни фибри: памук, лен, коноп; ocr – Други култури; ctl – Добитък; oap – Други животински продукти; rmk – Сурово мляко; wol – Вълна; frs – Горско стопанство; AEZ – Агроекологичен район.

Източник: Резултати от симулациите по българския модел на ИОР.

64. Основните разходни пера в бюджетите на домакинствата през 2015 г. са били квартирните и транспортни разходи и разходите за електричество и храна. Структурата на потребителската кошница на домакинствата се очаква да се запази, с изключение на намаляването на разходите за храна, дължащо се на понижението в цените на хранителните стоки в базовия сценарий, който не отчита изменението на климата и неговото въздействие.

3.2. Базов сценарий: при отчитане на въздействията от изменението на климата

65. Изменението на климата може да влияе пряко (или косвено) върху цената и наличието на икономически ресурси и продукти. На свой ред тези промени влияят както пряко, така и косвено върху нивото и структурата на общата икономическа активност.

66. БВП на България се очаква да нараства ежегодно с около 1,7 процента до 2050 година. Този темп на растеж ще бъде напълно заличен, ако до 2050 г. България бъде изцяло подложена на въздействието от повишаване на температурата с 2°C. Негативното влияние на изменението на климата надхвърля икономическия растеж с повече от 1 процент, ако се вземат предвид всички песимистични сценарии за температурно повишение съответно с 2°C и 4°C. Като цяло спокойно може да се каже, че изменението на климата поставя екзистенциална заплаха пред перспективата за бъдещ икономически растеж в България (особено защото в модела не са отчетени всички възможни въздействия, поради пропуски и несигурност в знанията). **Фигура 19** илюстрира тези прогнози.

Фигура 19. Въздействие на изменението на климата върху реалния ръст на БВП до 2050 г. (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



Източник: Резултати от симулациите по българския модел на ИОР.

67. Тези резултати попадат в обхвата на констатациите от наличните проучвания на икономическите въздействия при температурна промяна от 2°C за Южна Европа (вж. **каре 2** за преглед на обобщените констатации): проектът PESETA (2014 г.) изчислява общото макроикономическо въздействие от изменението на климата на около 2,8 процента от БВП през 2080 г., проектът TopDad прогнозира забавяне на икономическия растеж в Южна Европа с 0,15 процента, а и проектът Climate Cost изчислява загуба от 0,5-1 процента от БВП до 2100 г.⁸ Тези проучвания са отпреди няколко години и за съжаление все още няма актуализация по отношение на потенциалното макроикономическо въздействие на температурна промяна от 4°C.

Каре 2. Макроикономическо въздействие на температурна промяна от 2°C за Европа: констатации от предишни проучвания

Проектът Climate Cost прогнозира значителни разходи, свързани с изменението на климата, при липса на политики за адаптация. По-конкретно, при сценарий с повишение от 2°C проектът посочва следните резултати за ЕС: (i) допълнителни 80.000 човека, които ще бъдат пряко засегнати от наводненията по крайбрежието всяка година до 2080 г. с очаквани годишни разходи за щети от 17 милиарда евро; (ii) над 35 процента от влажните зони на ЕС могат да бъдат загубени до 2080 г., ако не бъдат предприети мерки за защитата им; (iii) изменението на климата ще има положително и отрицателно въздействие върху нивата на енергийно потребление, като намали потреблението за отопление през зимата, но увеличи потреблението за охлаждане през лятото. Общият анализ на предлагането предполага, че годишните енергийни разходи на Европа могат да достигнат 95 милиарда долара до 2100 г.; (iv) смъртните случаи, свързани с екстремни жеги, се изчисляват на около 74 хиляди смъртни случая годишно до 2050 г.; (v) въздействието на изменението на климата върху салмонелозата (водещата причина за болести, пренасяни от хранителни продукти в Европа) може да

⁸ Окончателен доклад на PESETA (2014 г.), стр: 104, фигура 20 (референтен сценарий); докладът на TopDad е достъпен на: <http://topdad.services.geodesk.nl/en/web/guest/long-term-macroeconomic-effects>; проект Climate Cost (2011 г.) за 2100 г. достъпен на: http://www.climatecost.cc/images/Policy_Brief_ClimateCost_Draft_Final_Summary_vs_4.pdf

достигне около 68 до 89 милиона долара годишно през 2050 г. и (vi) до средата на века може да се очакват сто и тридесет смъртни случая годишно от повишаването на морското равнище и на бурите, като две трети от тях ще са в Западна Европа.

Проектът PESETA II предоставя оценки за въздействията на изменението на климата до 2080 г. за Европа. Основните резултати от проучването за Централна Южна Европа (сценарий при 2°C) са следните: (i) докато добивите от селското стопанство в ЕС ще паднат с 2 процента, в Централна Южна Европа (включително и България) се очаква добивите да се увеличат с 2 процента; (ii) потреблението на енергия в Централна Южна Европа се очаква да спадне с 9 процента в сравнение със съответния контролен период (1961–1990 г.); (iii) щетите от речни наводнения биха могли да достигнат до 5,2 милиарда евро годишно (за сравнение, сегашното ниво на щетите за целия ЕС: 4,4 милиарда евро годишни щети, докладвани за периода 1998–2009 г.); (iv) прогнозира се площта на обработваемата земя, засегната от суши, да се увеличи значително до около 242.000 км² годишно и 642 милиона души годишно; (v) прогнозират се допълнителните щети на пътната инфраструктура, причинени от наводнения за периода 2070–2100 г. да бъдат около 40 милиона евро годишно; (vi) въздействието на щетите от наводнения по морското крайбрежие може да достигне 100 милиона евро годишно; (vi) изменението на климата означава очаквани разлики в разходите на туристите (и следователно очакваната загуба на приходи за туристическата индустрия) от около 5 милиона евро годишно; (viii) въздействието върху индекса на устойчивост на местообитанията ще се увеличи с 6 процента (в сравнение с 1961–1990 г.); (ix) приблизително 129 смъртни случая годишно от екстремно високи температури.

Изследването на TopDad разработи икономическа оценка на изменението на климата при сценарии "високи емисии - висок растеж" и "ниски емисии - нисък растеж". Проучването не предоставя подробна оценка по региони, а прави общото заключение, че поради изменението на климата, доходът на глава от населението до 2050 г. ще бъде с една трета по-нисък от очакваното ниво в края на нашия век при сценария "ниски емисии-нисък растеж". Икономическото въздействие при сценария "високи емисии - висок растеж" също ще нараства постепенно: от 0,15 процента намаление на темпа на растеж в Европа между 2010 г. и 2050 г. до намаляване с 0,2 процента годишно през втората половина на века. Това означава, че ще има по-малко ресурси за адаптация, а в същото време въздействията от изменението на климата и необходимостта от адаптация ще бъдат значително по-големи. Изследването също така подчертава потреблението на енергия, туризма и екстремните климатични събития като основни двигатели на неблагоприятните последици от изменението на климата и заключава, че предизвикателствата пред адаптацията не могат да бъдат смекчени само от висок икономически растеж.

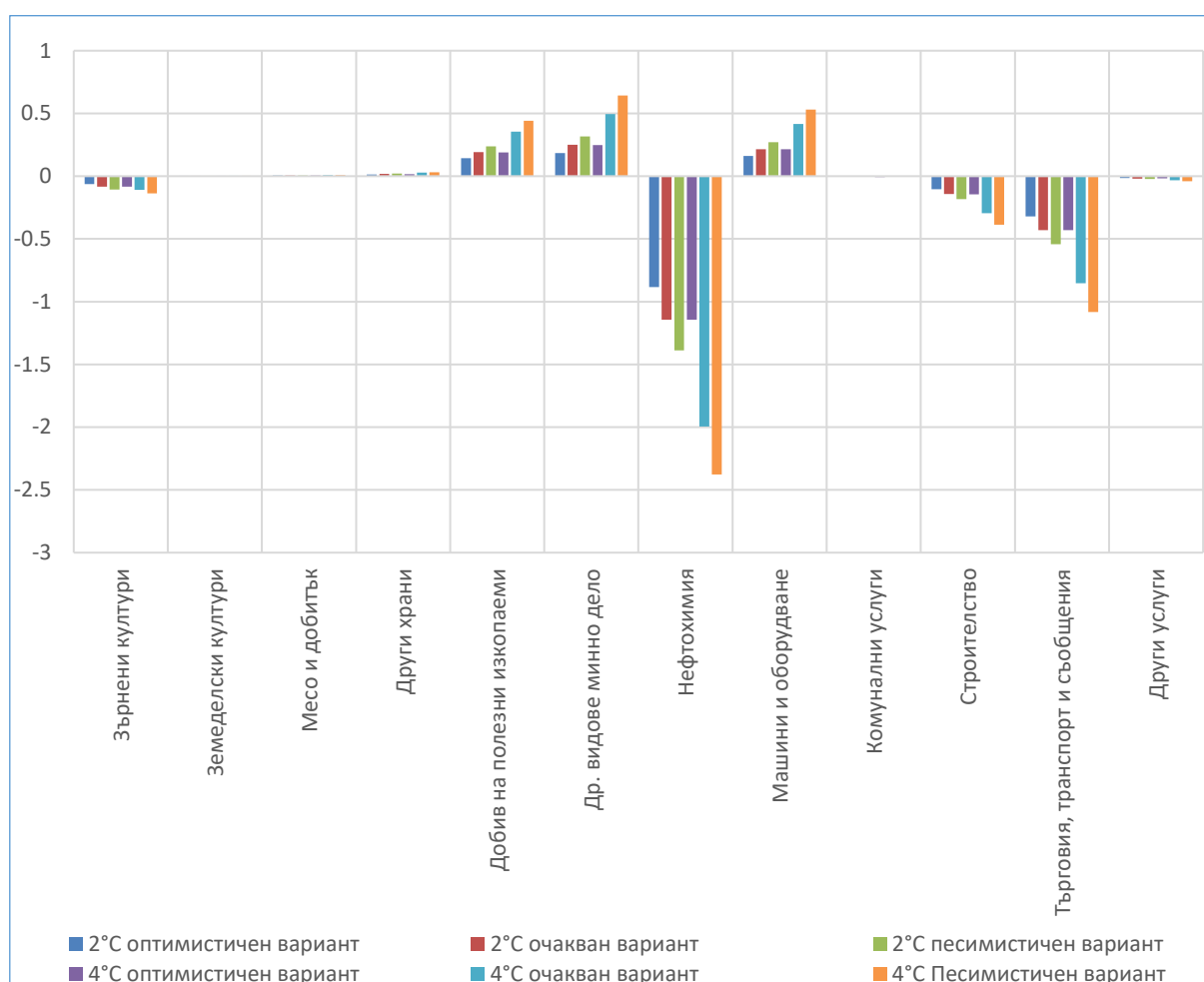
Този преглед на проучванията изтъква няколко пропуска при интегрираната оценка на икономическите въздействия, свързани с изменението на климата, по-специално: (i) селското стопанство, за което нито едно от гореспоменатите проучвания не моделира използването на земята и водите при промяна и (ii) фокус върху сценария с повишаване на температурата с 2°C, при положение, че промяната на климата може да е по-интензивна, още през 2050 г., тъй като липсват колективни и амбициозни действия. Моделът, разработен за България в настоящето изследване, е опит да се преодолеят тези пропуски. Симулационните резултати от модела, разработен за настоящето изследване, са описани по-долу.

68. На **фигура 20** са представени секторните въздействия при алтернативните сценарии за изменение на климата в България до 2050 година. Макар че моделът включва 57 сектора, те са агрегирани в 13 широки секторни групи с цел да се придаде по-обща перспектива на резултатите. Класификацията на секторите, включени в агрегираните групи са представени в **приложение 1**. Основните изводи от симулациите по модела са следните:

- На първо място, изменението на климата води до спад в производството на селскостопанския сектор, особено на зърнени култури, както е показано на **фигура 20**.
- Второ, при всички разработени сценарии се наблюдава спад в производството на енергийния сектор, в съответствие с предположението за цялостно намалено търсене на енергия в отговор на повишението на температурите. Отрицателните шокове на потреблението на електроенергия и природен газ са много по-малки (от 0,05 до 0,27 процента) в сравнение с тези при петролните продукти и въглицата (намаление от 5 до 29,8 процента). Това не означава непременно, че производството в тези сектори също ще намалее до такава степен, тъй като може да се увеличи износът, което ще доведе до относително по-ниско намаление на производството. Относителният размер на тези сектори също е от значение, за да се разбере промяната в производството на енергия. Електроенергията е най-големият сред енергийните сектори (53 процента от производството), а въглицата са третия по големина (5 процента), след петрол и въглищни продукти (35 процента). Секторът на въглицата (отделно от продуктите от въглища) всъщност се разширява, тъй като върху тях няма негативен шок, както е описано по-горе. Това обяснява защо добивът се разширява като цяло по отношение на производството, въпреки намаляването на сектора на петрола и въглищните продукти на вътрешния пазар. Междувременно, не може да се каже, че електричеството намалява по отношение на производство. България има значителен износ на електричество (1,1 млрд. щ.д.), нефтопродукти и въглищни продукти (2,5 млрд. щ.д.) и въглища (6 млн. щ.д.), което оставя известно поле за разширяване на износа от тези сектори. По отношение на газа, износът на добива и разпределението на газ е незначителен, следователно промените в износа на газ са почти нулеви и нямат ефект върху сектора като цяло. С други думи, повечето от промените в газовия сектор се обясняват с промени във вътрешното търсене, докато повечето от положителните промени в другите енергийни сектори се случват по отношение на износа.
- Трето, другата група сектори, които изпитват водещо до отрицателни резултати въздействие, са секторите на транспорта и съобщенията. Общият спад в икономическата активност (както сочат по-горе измененията в БВП) се дължи на спад в търсенето на продукция при тези сектори.
- Четвърто, в енергоемки сектори със силно влияние на търговията като производство на химикали, стомана, алуминий, цимент и керамика, се наблюдава положителна реакция по отношение на продукцията. Тази положителна реакция на изменението на климата е свързана с положителни

промени в търговския обмен (вж. **фигура 22**), което стимулира експортното търсене и спомага за смекчаване на намаленото търсене на вътрешните пазари. При моделите на общо равновесие цените и количествата се определят едновременно въз основа на взаимодействието между различните пазари. В този случай намаленото вътрешно търсене води до намаляване на цените, след което поради тази тенденция настъпва ръст в търсенето на износ – т.е. налице е положителен тласък на производството от износа и отрицателен тласък от вътрешното търсене. Нетният ефект е положителен, което води и до увеличаване на цените на енергията, поради по-голямото общо търсене при тези сектори, което се дължи главно на износа.

Фигура 20. Въздействие на изменението на климата върху вътрешното производство (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)

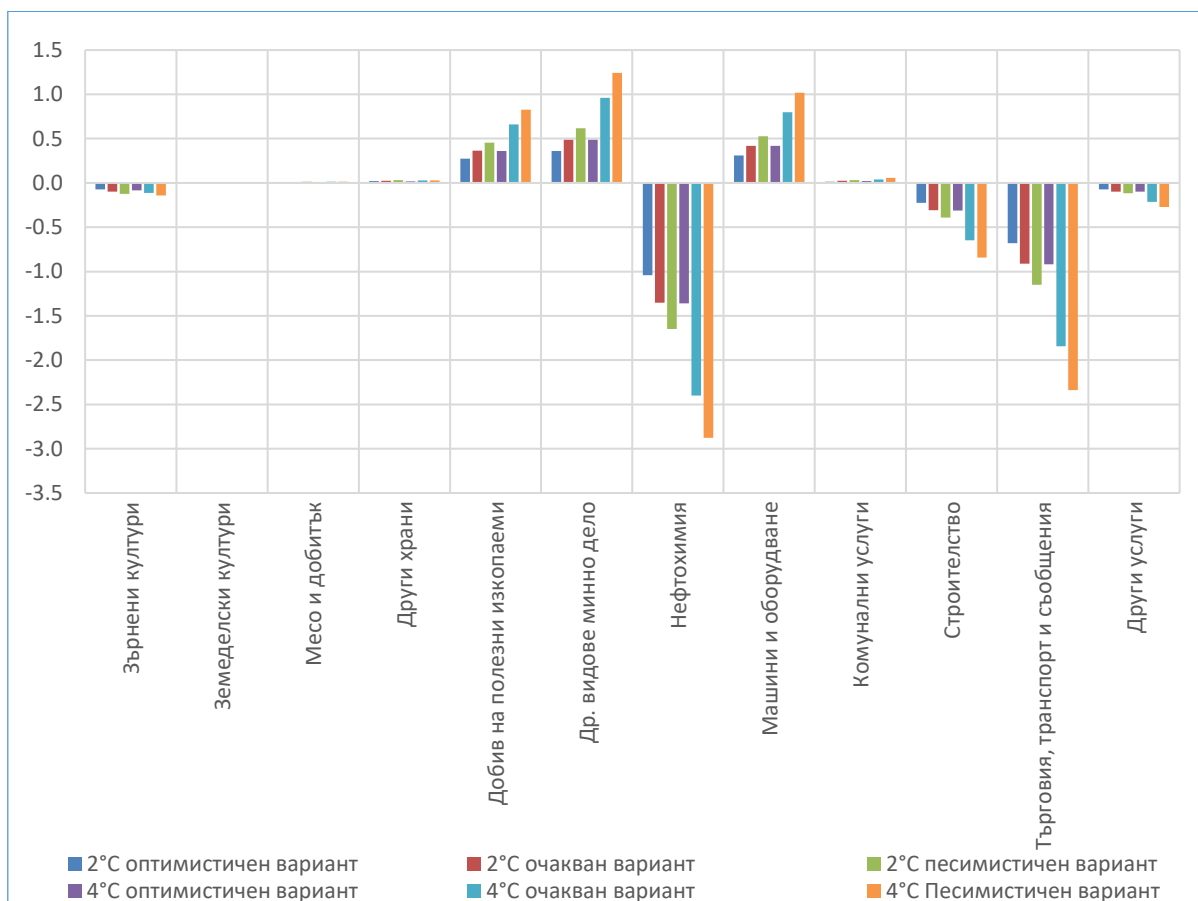


Източник: Симулации по модела. Бележка: Вж. **приложение 1** за описание на секторите.

69. Цялостният модел на ценови промени следва линията на развитие на производството, показана по-горе. Това означава, че спадът в производството в условията на предварително съществуващо търсене води до разпределение на потреблението и необходимост от по-високи цени за изчистване на пазара. Следователно секторите, които са под прякото въздействие на изменението на климата, в резултат на това преживяват спад в производството и ръст на цените.

70. При икономическия модел, разработен за целите на настоящия анализ, работната сила преминава от един сектор в друг в търсене на равновесие на работните заплати. С други думи, работната сила се премества към секторите с най-голямо търсене. Ако даден сектор се разрасне след шок поради външни фактори, би нараснало търсенето на производствени фактори. Въпреки това обаче, търсенето на даден фактор зависи от първоначалния интензитет на неговото използване. Така например добивният сектор използва повече капитал, отколкото труд, докато обратното е вярно за селскостопанския сектор. Следователно **фигура 21** показва, че при въздействие на изменението на климата в България работната сила напуска секторите, които са негативно засегнати. Вижда се например значителен спад в търсенето на работна ръка от нефтения и други химически производствени сектори и преместване към секторите на услугите и строителството.

Фигура 21. Въздействие на изменението на климата върху разпределението на труда между секторите на икономиката (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)

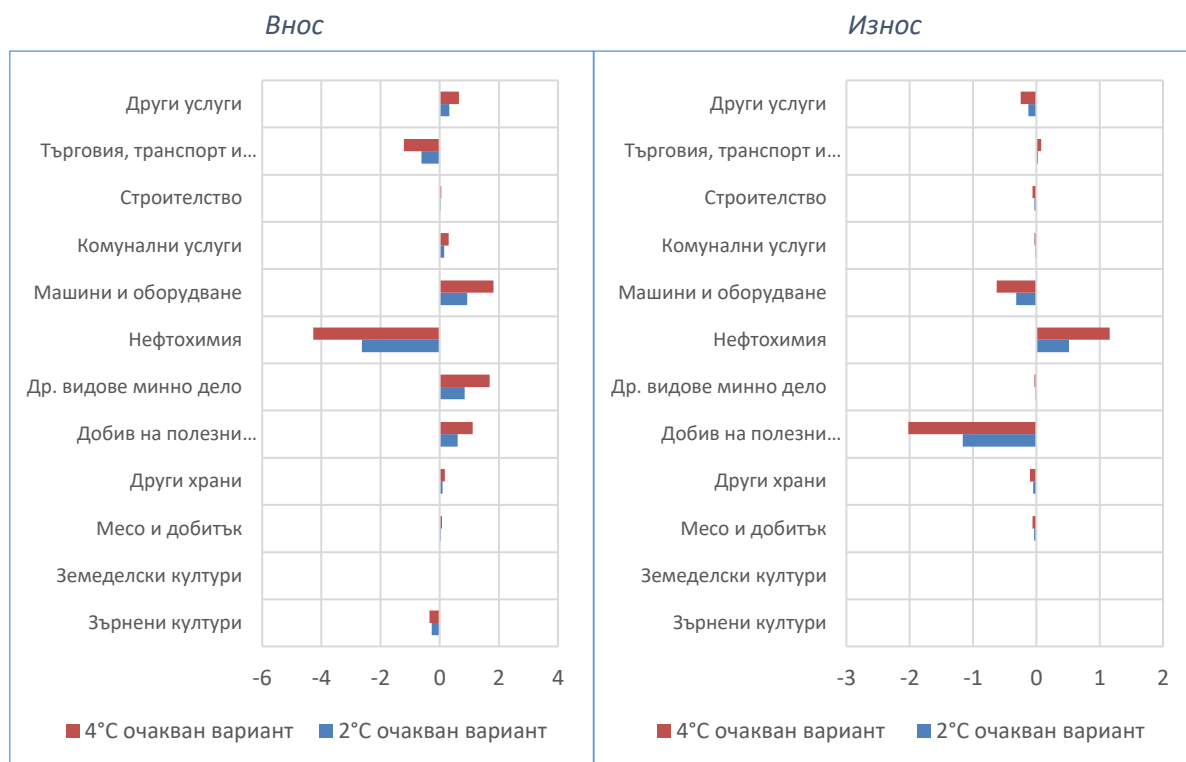


Източник: Симулации по модела.

71. **Фигура 22** показва общата структура на търговията в България след повишаване на глобалната температура съответно с 2°C и 4°C. Фигурата показва общата промяна в производството, както следва: първо, промяната в общата продуктова структура, показана на **фигура 20**, има пряко отношение към това, с което България ще трябва да търгува с останалата част от света. Съгласно лявата колона на **фигура 22** България ще

внося стоки, чието вътрешно производство е силно засегнато от изменението на климата. Това са сектори като петролни продукти, химикали и техни производни, както и селскостопански стоки.

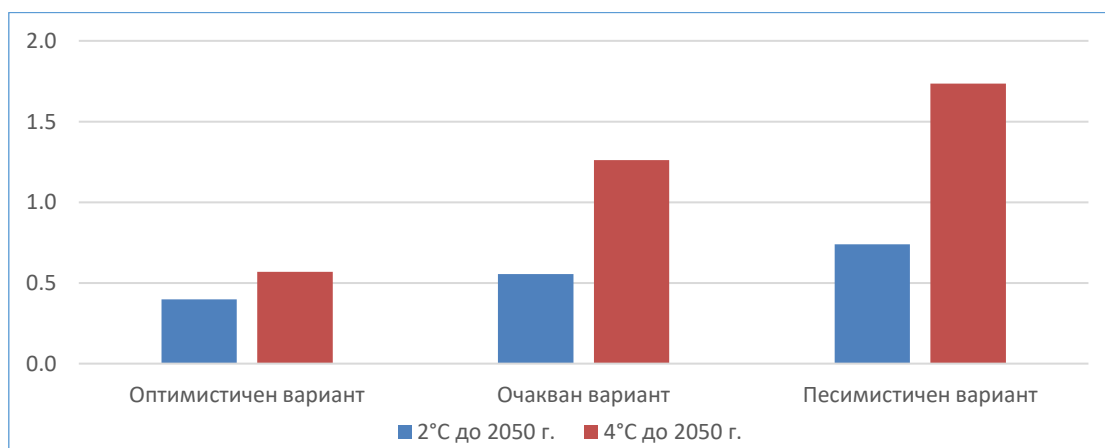
Фигура 22. Въздействие на изменението на климата върху търговията (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



Източник: Симулации по модела. Вж. Приложение 1 за описание на секторите

72. На второ място, спадът във вътрешното производство в условията на изменение на климата (фигура 20) ще наложи преразпределяне на вече ограничената по обем продукция, което ще доведе до нарастване на цените на стоките и услугите (инфлация).

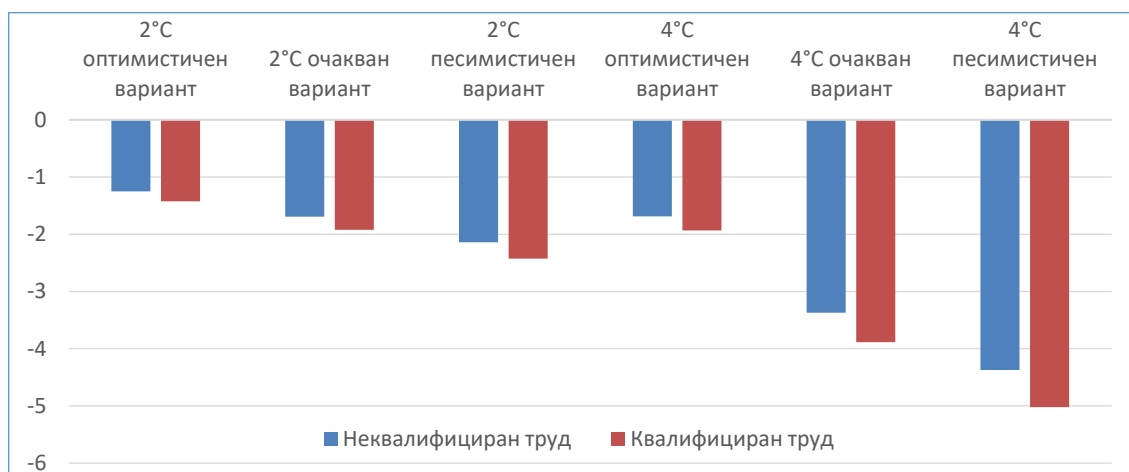
Фигура 23. Въздействие на изменението на климата върху реалните цени на вътрешния пазар (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



Източник: Симулации по модела.

73. **Фигура 23** показва промените в реалните цени във всички сектори на икономиката вследствие на изменението на климата. Може да се види, че увеличение на реалните цени на вътрешния пазар има при всички алтернативни сценарии с отчитане на въздействието на климата, разгледани в настоящия доклад. Това напълно отговаря на описания досега сюжет. В този контекст **фигура 24** представя въздействието на изменението на климата върху реалната възвръщаемост от квалифицирания и неквалифициран труд в България. Повишаването на цените на стоките може да доведе до значително намаляване на реалните доходи, а оттам и до увеличаване на бедността при домакинствата, които харчат значителен дял от своите доходи за стоки, чиято цена е нараснала значително. Благосъстоянието на домакинствата обаче зависи не само от промените в жизнения стандарт, но и от промените в доходите. **Фигура 24** показва, че като цяло доходите от квалифициран и неквалифициран труд ще намаляват при всички сценарии. Така при покачващи се реални цени в съчетание с намаляващи доходи от труд се очаква все повече хора да паднат под линията на бедността. По тези сценарии за въздействие на климатичните промени е много вероятно към 2050 г. броят на бедните хора в България да е нараснал.

Фигура 24. Въздействие на изменението на климата върху реалната възвръщаемост от производствените фактори (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)

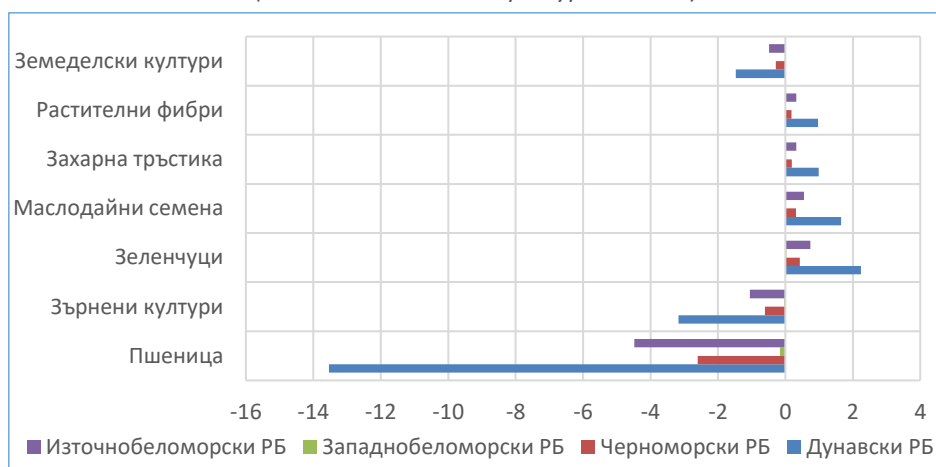


Източник: Симулации по модела.

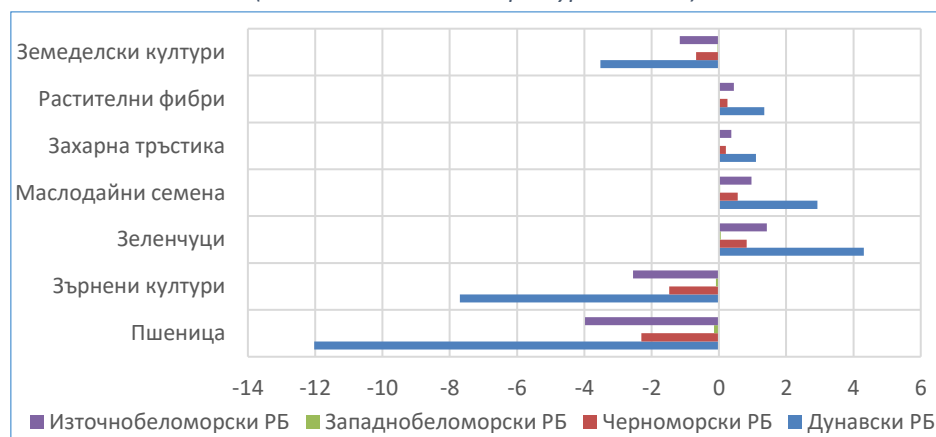
74. **Фигура 25** разкрива секторното въздействие на климатичните промени върху производството на определени селскостопански продукти на ниво РБ. Горният панел показва въздействието на очаквано покачване на температурите с 2°C до 2050 г., докато долният панел отразява въздействието на очакваното покачване от 4°C. Най-голямо отрицателно въздействие и в четирите РБ на България изпитва производството на пшеница, зърнени култури (като ечемик и овес) и други отраслови земеделски култури. Дунавският район, който се отличава с най-високата земеделска производителност, е най-силно засегнат от изменението на климата.

Фигура 25. Въздействие на изменението на климата върху земеделската продукция на ниво речни басейни (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)

(повишение на температурите с 2 °C)



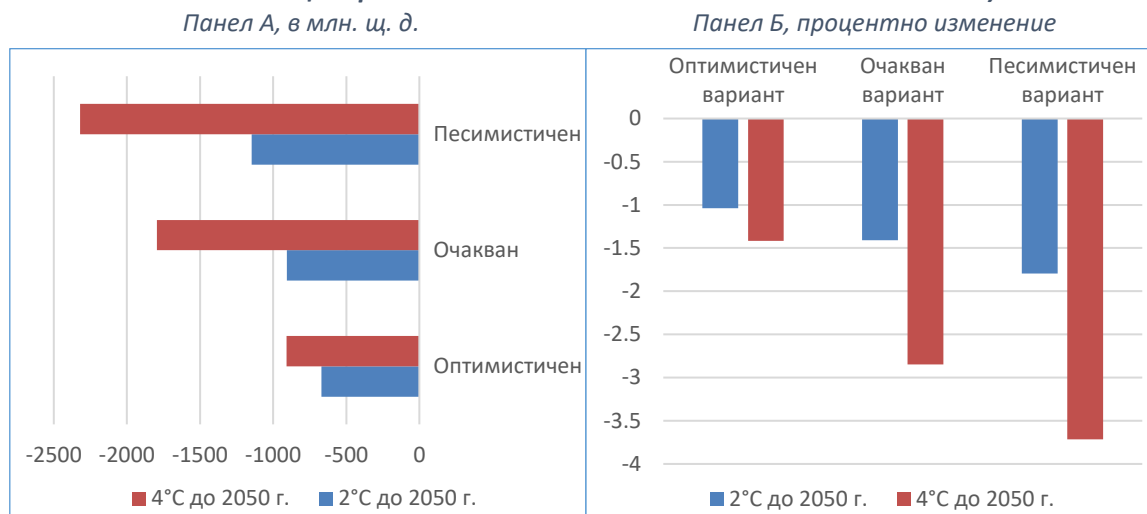
(повишение на температурите с 4 °C)



Източник: Симулации по модела.

75. В следващите няколко параграфа е представен подходът, чрез който се прави опит за оценка на мащаба на въздействието на изменението на климата върху благосъстоянието. **Фигура 26** представя очакваните загуби на благосъстояние при двата основни сценария, както и оптимистични и песимистични перспективи. Като цяло резултатите показват, че пазарните ефекти от изменението на климата ще имат сходни последици за икономическото благосъстояние и за общите приходи, разходи и производство (с други думи - за БВП). Съществуват обаче и различия, чийто източник е свързан с елементите, които са включени или изключени при измерване на благосъстоянието спрямо БВП. Така например БВП включва инвестиции, които водят до бъдещо потребление, както и държавни или публични разходи за стоки и услуги. Благосъстоянието, според определението в ГТАР, включва частно потребление на стоки и услуги, държавни покупки и множество други променливи. Независимо от това, както е показано в панел Б на **фигура 26**, общите очаквани последици за благосъстоянието от изменението на климата варират от около 1 процент от БВП през 2050 г. при най-оптимистичния сценарий до около 3,5 процента при най-песимистичния сценарий.

Фигура 26. Промени в благосъстоянието поради изменението на климата в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



Източник: Симулации по модела.

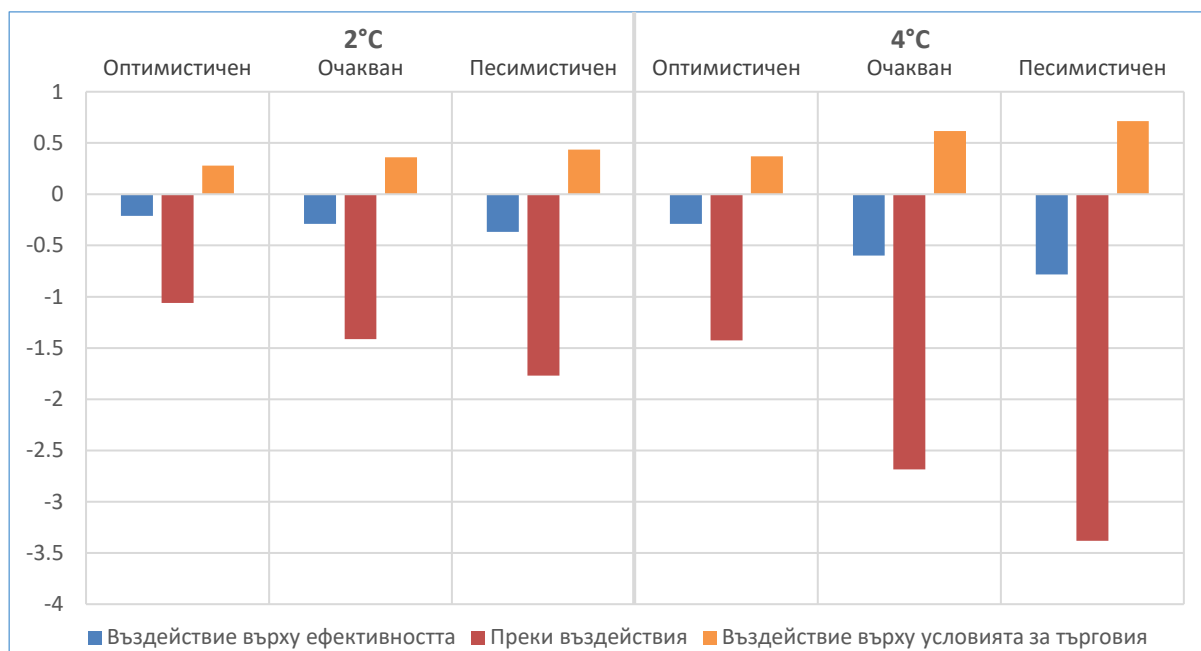
76. Влиянието, което шоките въздействат от изменението на климата оказват върху благосъстоянието, изразено като процент от добавената стойност, може допълнително да се разложи на три компонента. **Фигура 27** илюстрира този вид декомпозиция за България. Първият компонент съответства на прякото икономическо значение на прогнозираните климатични шокове. За разглежданите сценарии този принос е отрицателен във всички случаи, което отразява общото влошаване на производствените условия в България, но се различава по тежест в разработените алтернативни сценарии. Прогнозните резултати от моделирането показват, че най-високият процент загуби, дължащи се на прякото въздействие на изменението на климата в България, ще се реализира до края на 2050 г., ако температурата се повиши с 4°C.

77. Вторият компонент на промяната в благосъстоянието е промяната в икономическата ефективност. Изследването на благосъстоянието има за цел да улови взаимодействието между въздействията на изменението на климата и съществуващите икономически политики. Тези политики включват редица съществуващи политики, например търговски политики, селскостопански и неселскостопански политики, политики на субсидиране и други подобни. В настоящия доклад се твърди, че изменението на климата, съчетано с недостатъчно оптимални глобални търговски политики, ще доведе до загуба на икономическа ефективност. Следователно ще има по-силно отрицателно въздействие от комбинирания ефект от изменението на климата и загубата на икономическа ефективност. **Фигура 27** показва, че изменението на климата всъщност води до загуба на икономическа ефективност, но тази загуба се компенсира до известна степен от другите два компонента на благосъстоянието.

78. Като се има предвид сравнително нееластичното търсене на храни, спадът в производството (**фигура 20**) води до значително увеличение на цените и услугите на вътрешния пазар (**фигура 23**). Тези повишения на цените засягат третия компонент на икономическото благосъстояние - условията на търговия (УТ). На теория нетните страни износителки са склонни да печелят от продукти с по-високи цени, т.е. да имат положително влияние върху търговията, докато нетните вносители, например на

селскостопански продукти, изпитват влошаване на техните УТ. Стойността на ефекта на УТ, изразена като процент от първоначалната добавена стойност, може да бъде много важна за страните, които търгуват широко. **Фигура 28** показва въздействието на изменението на климата върху УТ и техния принос към националното благосъстояние. В повечето случаи влиянието на УТ не е достатъчно силно, за да компенсира прякото въздействие на климатичните промени, но все пак допринася за смекчаване на някои от загубите на благосъстояние, произтичащи от изменението на климата.

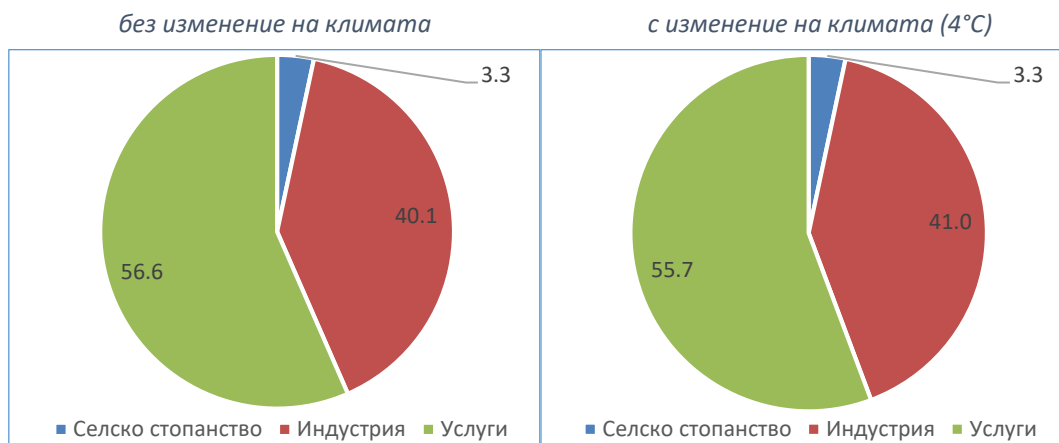
Фигура 27. Декомпозиция на промените в благосъстоянието (като процент от БВП в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



Източник: Симулации по модела.

79. **Фигура 28** показва цялостната структура на българската икономика без (ляво) и със (дясно) изменение на климата. Въздействието на климатичните промени в конкретния случай е представено за очакваното температурно повишение с 4°C. Докато в предишните раздели бяха илюстрирани въздействията и промените в отделни сектори на икономиката, тази фигура показва, че като цяло ще има скромна структурна промяна след въздействието на изменението на климата. Това означава, че българската икономика ще продължи да бъде базирана основно на услугите, дори и след отчитане на въздействието на изменението на климата. Следва да се отбележи, обаче, че делът на производството се удвоява в сравнение с нивата от 2018 г., тъй като това е движещата сила на растежа (подобренето на производителността в полза на секторите, които са капиталоемки, а не трудоемки, както беше споменато по-горе в доклада).

**Фигура 28. Структура на българската икономика към 2050 г.
(процентен дял брутна добавена стойност)**



Източник: Симулации на модела.

4. Адаптация към климатичните промени: общи ползи и потенциални механизми на финансиране

80. В предходния раздел беше показано, че българската икономика ще става все по-уязвима на климатичните рискове. Повишаването на температурата, съчетано с нарастващи температурни колебания и преобладаващи горещи вълни, увеличава икономическите тежести, вариращи от рискове за здравето през спад в земеделската продукция до по-високи сметки за електроенергия. Честите наводнения засилват загубата на производителност в селското стопанство. В резултат на това България е изправена пред многобройни уязвимости, особено в селското стопанство, туризма и енергийното търсене, както е анализирано в специализираната литература. Целта на този раздел е да проучи възможностите за адаптиране към изменението на климата чрез създаването на фонд за адаптация, който да финансира целеви интервенции в редица сектори. Разработеният за България модел се използва, за да се оцени размерът на нуждите от финансиране на адаптацията, потенциални механизми за финансиране за мобилизиране на ресурсите, както и начинът на разпределение на финансовите ресурси, който да генерира максимална полза за обществото. Констатациите от този раздел ще послужат за информирано вземане на решения относно използването на финансови ресурси за адаптиране към изменението на климата на макроикономическо ниво. Те се допълват от други проучвания и анализи на секторно ниво, проведени в рамките на настоящите консултантски услуги за адаптация, включително анализ на разходите и ползите на мерките за адаптация.

81. Съгласно специализираната литература адаптацията се отнася до действия, предприети в отговор на или в очакване на прогнозни или действителни промени в климата с цел или да бъдат намалени неблагоприятните въздействия, или да бъдат използвани възможностите, предлагани от тези промени (МГИК, 2007 г.). Възможностите за адаптиране, които са на разположение на политиките, варират в зависимост от естеството и мащаба на въздействията от изменението на климата (Klein и колектив, 2001 г.). Настоящият доклад се съсредоточава главно върху разходите за адаптация за България, без да представя подробности за конкретни инвестиционни мерки за адаптиране като например преместване на календара за засаждане или смяна на земеделските култури, или свързани с по-високи разходи проекти като инвестиране в защитна инфраструктура (например речни и морски диги) за контрол на наводненията. В някои крайни случаи оттеглянето от крайбрежните райони или отказът от определени икономически дейности (например зимен планински туризъм) могат да се окажат най-добрата стратегия.

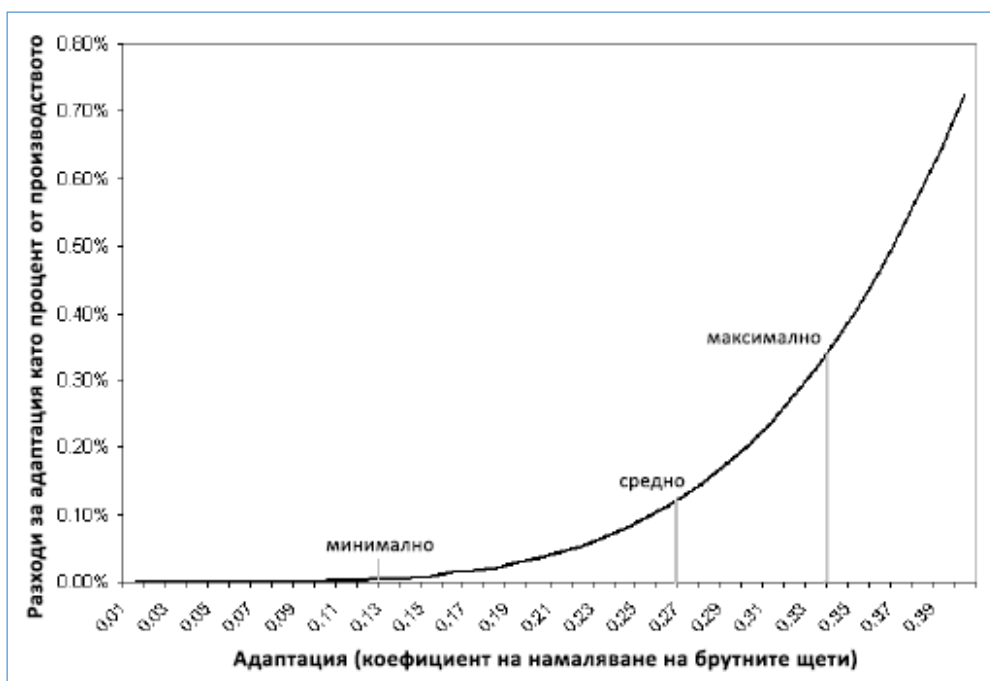
82. От гледна точка на финансирането, възможностите за адаптация на страните се различават и зависят до голяма степен от мащаба на техните икономики, който определя размера на наличните ресурси, които могат да бъдат заделени за реализация на адаптационните цели. Като цяло се счита, че развитите страни имат по-висок капацитет за адаптация, докато развиващите се и най-слабо развитите страни, които са и най-уязвими от изменението на климата, се нуждаят от външна подкрепа за изграждане на адаптационен капацитет (МГИК, 2013 г.). Настоящият раздел разглежда

общите параметри на механизма за финансиране на адаптацията за България: първо се анализира нивото на адаптация, което трябва да бъде постигнато, след това се оценява размерът на ресурсите за адаптиране, които трябва да бъдат отделени за тази цел и накрая се извършват симулации на оптималното разпределение на тези средства между секторите, като се използва моделът за България.

Получаване на крива на пределните разходи за адаптация, подход „отгоре-надолу“

83. Адаптирането към изменението на климата има за цел да се справи с потенциалните щети от изменението на климата. Основният въпрос е да се разбере колко разходи за адаптация може да понесе българската икономика, без да се компрометира потенциалът ѝ за растеж. Възможно е да се определят “брутните щети” като първоначални щети, причинени от изменението на климата, когато не са предприети мерки за адаптация. Ако е предприет опит за ограничаване на щетите от изменението на климата (адаптиране), щетите ще намалеят. Намаляването на брутните щети обаче си има цена - инвестирането на ресурси в адаптация. За тази цел тези разходи се наричат “разходи за адаптация”. **Фигура 30** показва теоретичната връзка между разходите за адаптация и частта от щетите, които се намаляват чрез адаптация, калибрирана с модела DICE.

Фигура 29. Крива на разходите за адаптация



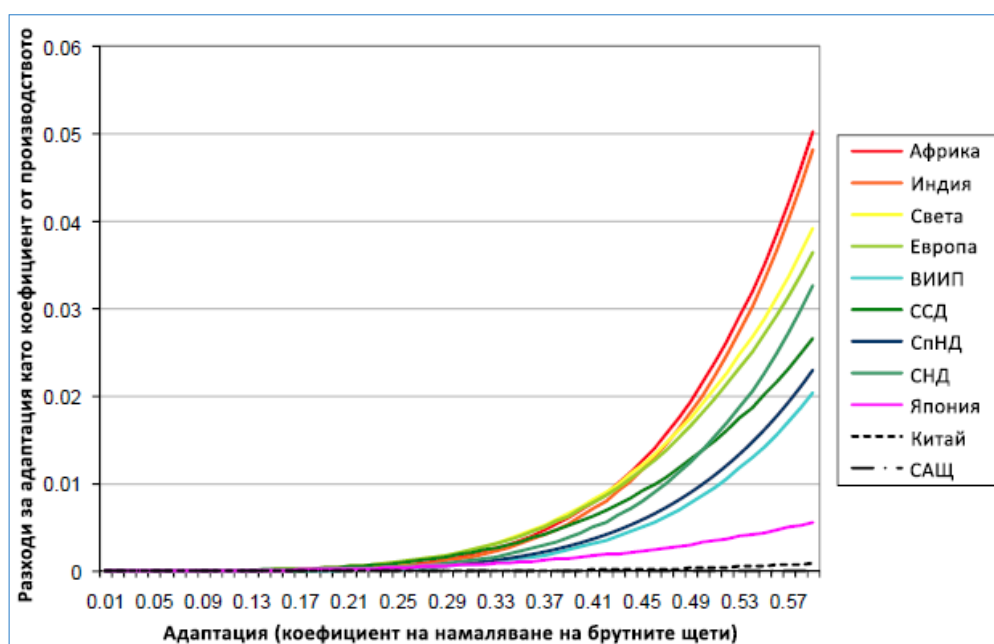
Източник: de Bruin, Dellink и Tol 2009 г.

84. **Фигура 29** показва кривата на пределните разходи за адаптация, която присъства имплицитно в модела DICE. Тя показва, че разходи за адаптация от около 10 процента от намаляването на брутните щети са изключително ниски, но разходите се покачват рязко след това. Оптималното ниво на адаптация (максимално намаляване на щетите без да се възпрепятства икономическия растеж) варира от 0,09 до 0,45, като средната стойност от 0,33, тоест 33 процента от брутните щети могат да бъдат намалени “без разходи/с малки разходи” за икономиката. Поради липсата на изчерпателна техническа и икономическа информация за мерките за адаптация и разходите на секторно равнище,

които биха могли да бъдат лесно интегрирани в модела, не може да се изведе крива на разходите за адаптация отдолу-нагоре. Вместо това се следва подход, подобен на този на de Bruin, Dellink и Tol (2009 г.), чрез използване на имплицитна крива на разходите отгоре-надолу (с анализ на чувствителността).

85. **Фигура 30** показва изчислените криви на разходите за адаптация за 10 страни/региони и глобална средна стойност (линия „Света“ на графиката). Основното послание от тази фигура е, че разходите за адаптация се различават съществено в отделните региони. Например регионите, които са подложени на значителни въздействия от изменението на климата, ще трябва да предприемат обширни мерки за адаптиране. От фигурата става ясно, че предприемането на такива широки мерки е съпътствано от по-високи разходи за адаптация (загуба на продукция).

Фигура 30. Криви на пределните разходи за адаптация в различни страни/региони



Бележка: ВИИП = Високоиндустриализирани износителки на петрол; ССД = Страни със средни доходи; СпНД = Страни с по-ниски доходи; СНД = Страни с ниски доходи.

Източник: de Bruin, Dellink и Tol (2009 г.).

86. Този раздел на доклада има за цел да оцени въздействието на адаптацията, използвайки изчислителен модел за равновесие (ИОР), описан в предходните раздели. Това изисква моделиране на разходите и ползите както от автономната, така и от планираната адаптация. Според начина, по който са конструирани, моделите ИОР разглеждат адаптацията, основаваща се на пазара, с което се характеризира моменталното разпределение на ресурсите между две равновесни пазарни състояния в отговор на екзогенни икономически сътресения, които могат да са свързани с икономиката или с климатичните промени. Преди всичко, реакциите на търсенето и предлагането на ендогенни промени в относителните цени са всъщност първият автономен механизъм за адаптация. Автономната адаптация обаче не винаги е достатъчна, за да се отговори напълно на предстоящото въздействие на изменението на климата. Отговорът изисква целенасочени и планови действия. Това се нарича

планирано адаптиране към изменението на климата. Планираните мерки за адаптация могат да приемат различни форми и имат за цел да подсилят автономната адаптация, случваща се на пазара. В този смисъл планираните мерки за адаптация спомагат за разширяване на наличието на икономически ресурси, които иначе биха били засегнати от изменението на климата (Adger и колектив, 2007 г.).

87. Моделът на ИОР, разработен за България, е рекурсивен динамичен модел, който беше използван за изграждане на базисния модел на растеж. За симулациите на адаптацията моделът е използван в статичната му версия, за 2050 година. Това е важно по две причини. Първо, при статичен модел на ИОР няма интертемпорална оптимизация, тоест агентите се възприемат като миопични по отношение на решения между отделните периоди, като икономии и инвестиции. Второ, изменението на климата, поради своето естество, е дългосрочно явление и е вероятно икономическите агенти да имат възможност да актуализират своите убеждения въз основа на информация и съответно да коригират решенията си по отношение на икономии и инвестиции. За да се отразят правилно динамичните характеристики на поведенческите промени в анализа на адаптацията, анализът ИОР за България ползва за отправна точка анализа на ОИСП за дългосрочната адаптация (ОИСП 2015 г., вж. **приложение 2**), в който е използван пълен динамичен модел.

Описание на сценариите за адаптация

88. Въз основа на работата на Roson и Sartori (2016 г.), България ще бъде изправена пред промени в три основни направления: (а) очаква се производителността на селското стопанство да намалее, (б) търсенето на енергия се очаква да спадне поради покачване на температурите, и (в) в областта на вътрешния и международния туризъм.

89. De Bruin, Dellink и Tol (2009 г.), Taheripour Hertel и Tyner (2011 г.) и Taheripour и колектив (2016 г.) посочват очакваните промени в производителността на секторно равнище, произтичащи от адаптацията към изменението на климата. **Таблица 6** по-долу сравнява измененията на климата и адаптационните шокове, използвани в настоящия доклад, а **таблицы 1.2 и 1.3** в **приложение 1** показват действителните разлики в производителността за различните сценарии и сектори.

Таблица 6. Климатични промени и мерки за адаптация, използвани в модела ИОР⁹

Сътресения в политиките	Сценарий за климатични промени	Сценарий за адаптация
Шокови сътресения в производителността в селското стопанство	Да	Да, 33 процента понижение ¹⁰
Енергийно търсене	Да	Да
Покачване на нивото на морските води	Да	Да
Туризъм	Да	Да, 33 процента понижение

⁹ Вж. **таблицы 1.2 и 1.3** за конкретните шокови стойности, използвани при симулациите.

¹⁰ В **таблица 7** на настоящия доклад е повторен същият сценарий с 10 процентна, 20 процентна и 30 процентна адаптация, т.е. намаляване на щетите от изменението на климата.

Сътресения в политиките	Сценарий за климатични промени	Сценарий за адаптация
Фискална политика	Не	Да, 2 процента данък климат ¹¹
Капиталови шокове	Не	Да, в селскостопанския и туристическия сектор ¹²

Източник: Авторска разработка.

90. За финансиране на планираните мерки за адаптация бяха разработени три групи политики:

- Политика 1: адаптиране, финансирано чрез фискалната политика (2 процента данък климат върху стоките за потребление;
- Политика 2: адаптиране, финансирано чрез чуждестранни фондове, специално предназначени за инвестиции в селското стопанство и туризма;
- Политика 3: адаптиране, финансирано чрез чуждестранни фондове, предназначени за инвестиции във всички производствени сектори.

91. За всяка от тези политики са проведени симулации по модела за България и са извлечени макроикономически резултати за сценариите с адаптация към изменението на климата при температурно покачване съответно от 2°C и 4°C. Чуждестранните фондове за адаптация биха могли да бъдат структурни фондове на Европейския съюз или техните наследници, или друг двустранен или многостранен механизъм, насочен към финансирането на адаптация към изменението на климата.

92. Резултатите от симулацията, показани в следващите раздели, са процентно изменение спрямо базисния сценарий, описан по-горе, до 2050 г.

4.1. Политика 1: адаптиране, финансирано чрез фискалната политика

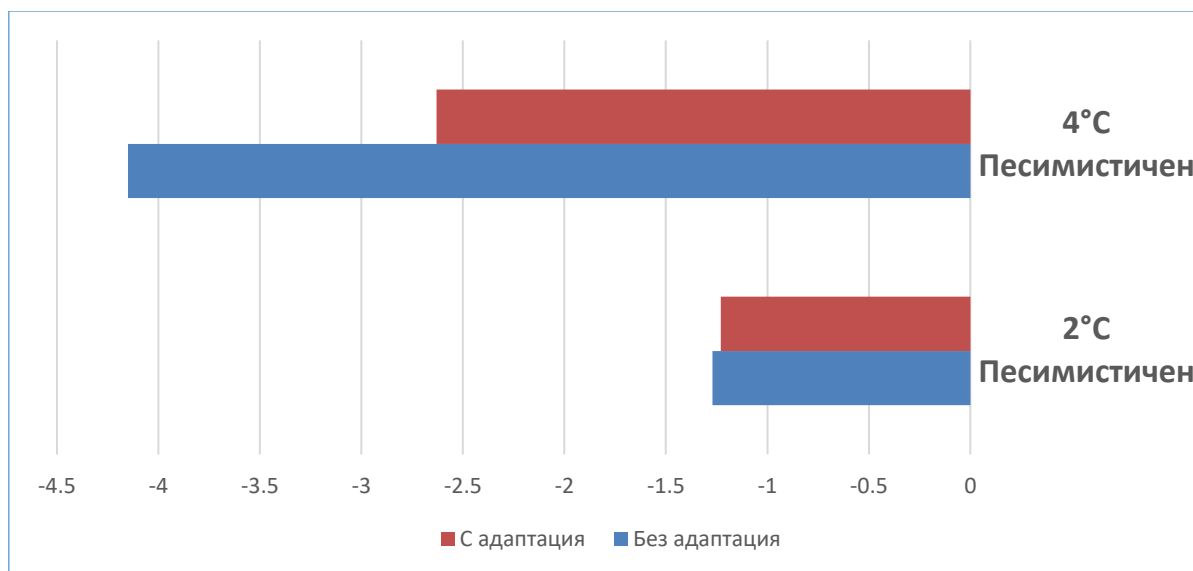
93. Проучването за България, което следва работата на de Bruin, Dellink и Tol (2009 г.), прави допускането, че разработването на стратегия за адаптация ще доведе до 33 процента намаление на брутните щети от изменението на климата при „ниска фискална цена“, еквивалентни на 0,1 процента от БВП до 2050 г. Тези разходи биха могли да се отнасят до промени в поведението на производителите и потребителите по отношение на действията, свързани с климата. Освен това, сценарият с адаптация за България предполага, че разходите за адаптация се финансират чрез 2 процента данък, наложен върху стоките за потребление, чрез което да се създаде фискално пространство и да се генерират средства за финансиране на политиките за адаптация към изменението на климата. Това произтича от проучванията на de Bruin, Dellink и Tol (2009 г.), които по подобен начин предполагат 2 процента данък, подобно на "2-процентния налог", използван за мобилизиране на средства за Фонда за адаптация.

¹¹ В **таблица 7** не е включена 2-процентната ставка, тъй като тя е в съответствие с политики 2 и 3.

¹² В „капиталовия“ сценарий, представен в **таблица 7** на доклада, са направени допускания за капиталова експанзия във всички сектори.

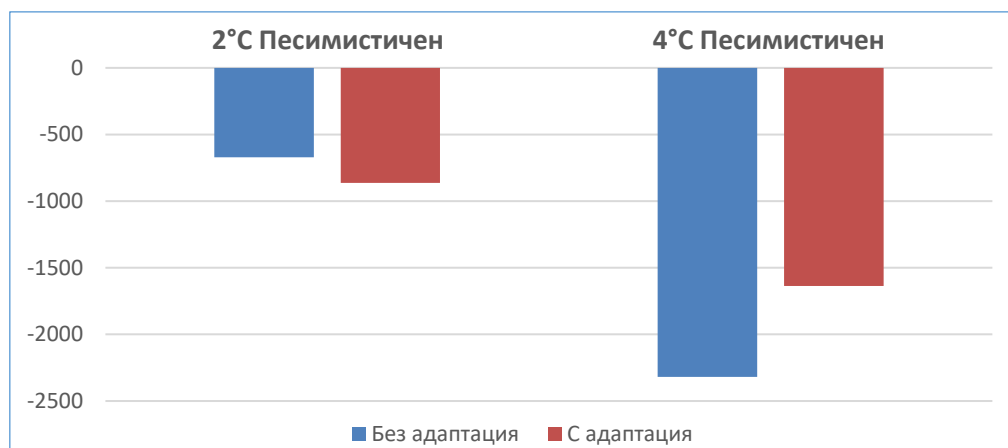
94. **Фигури от 31 до 35** представят цялостния резултат от въздействието за България. Общите констатации могат да бъдат обобщени по следния начин: първо, по отношение на реалния БВП (**фигура 31**), адаптацията спомага за смекчаване на отрицателното въздействие от изменението на климата при всички климатични сценарии. Ползите от адаптацията са по-високи при сценария с температурно повишение до 4°C, при който негативното въздействие от изменението на климата върху растежа е намалено почти наполовина (от 4,3 процента до 2,6 процента от БВП). Второ, промените в благосъстоянието (**фигура 32**) са еквивалентни вариации, които подчертават очакваните ползи не само от гледна точка на производството (както в случая с БВП), но и от гледна точка на ефективното разпределение на ресурсите в производствените сектори и подобряването на конкурентоспособността на българската икономика. Както е показано на **фигура 32**, при варианта с въздействие на климата при промяна с 2°C адаптационната политика доведе до намаляване на благосъстоянието, докато при сценария с 4°C политиката за адаптация води до повишаване на благосъстоянието. Това е в следствие на климатичната ставка от два процента, наложена за финансиране на разходите за адаптация, която може индиректно да посочи разходите за предприемане на подобни действия. В рамките на една по-широка политика за адаптиране, като например тази при сценария с температурно повишение от 4°C, подобренията в икономическата ефективност и конкурентоспособността в международната търговия преодоляват неблагоприятното въздействие на фискалната политика.

Фигура 31. Въздействия от адаптацията и климатичните промени върху реалния БВП (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



Източник: Симулации по модела.

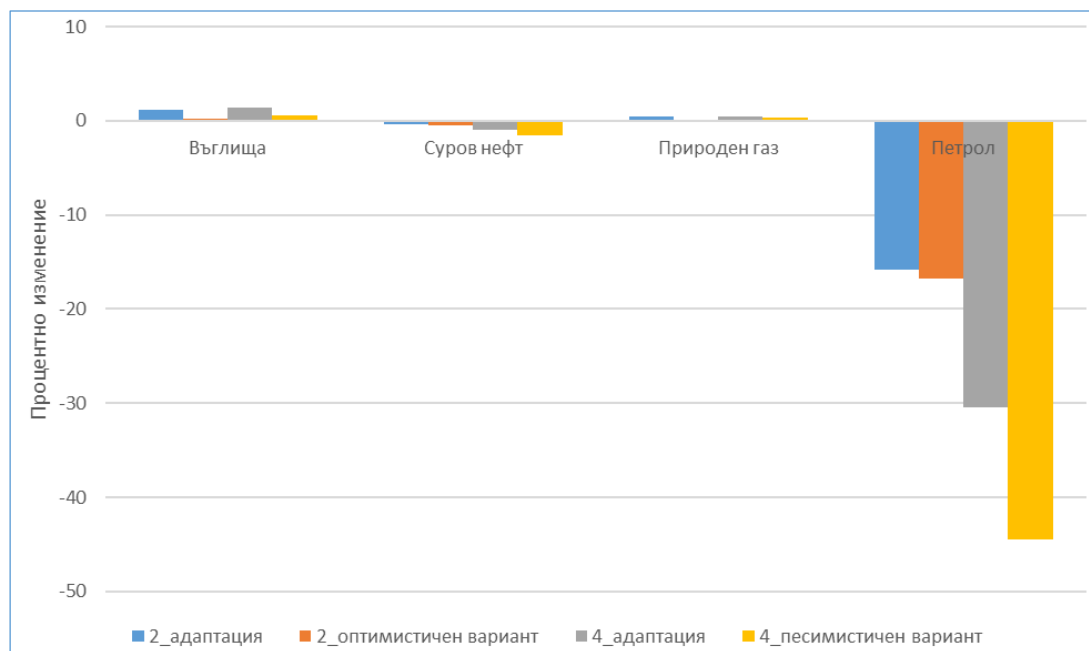
Фигура 32. Промени в благосъстоянието без и с адаптация в сравнение с базовия модел без отчитане на изменението на климата (млн. щ.д.)



Източник: Симулации по модела.

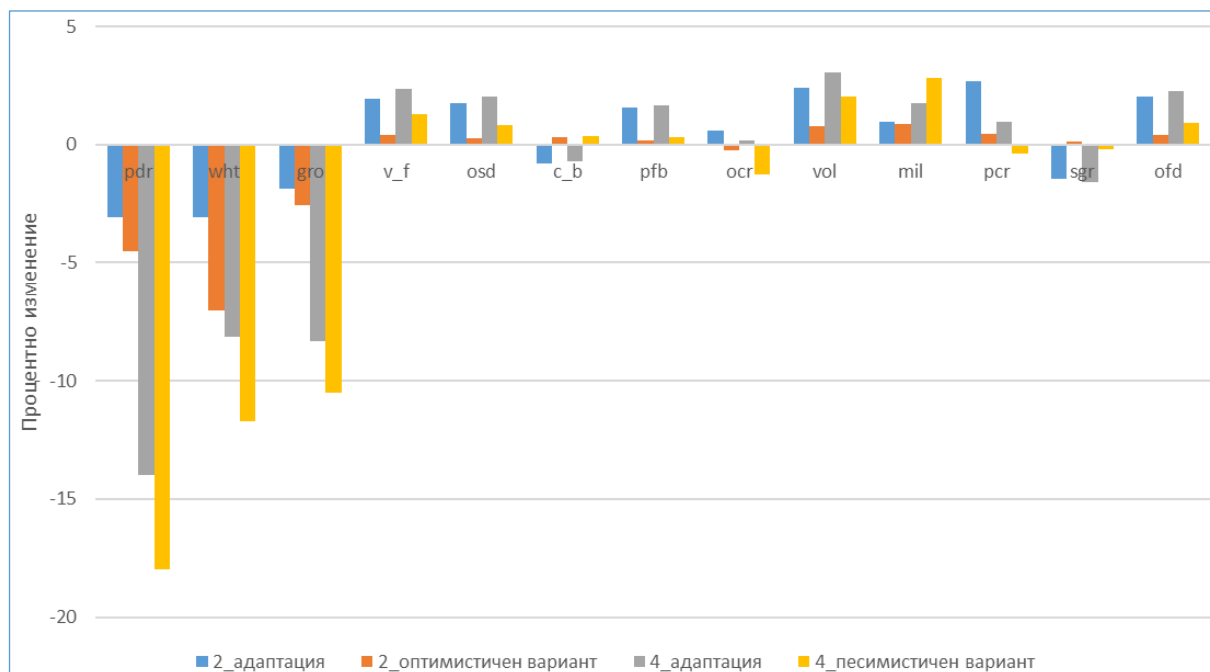
95. **Фигури 33 и 34** показват ролята, която адаптацията може да играе за намаляване на някои от отрицателните въздействия на изменението на климата върху два важни сектора на българската икономика (селско стопанство и енергетика). И в двата сектора мерките за адаптиране се отнасят до подобрения в общата факторна производителност на тези сектори, което ако се приеме, че производителността на труда се запазва непроменена, означава повишаване на производителността на физическите суровини за производството като земя, вода и инфраструктура. **Фигура 33** представя влиянията на климатичните промени и ролята на адаптацията в енергийния сектор. Подсекторът, който включва рафинирани петролни продукти и други горива (означен като „Петрол“ на **фигура 33**), е най-силно засегнатият подсектор при всеки от сценариите за изменение на климата, разгледани в доклада, както и този, който ще има най-голяма полза от адаптацията. Въз основа на прогнозните температурни повишения за България търсенето на енергия за отопление (в студените дни) значително ще намалее и ще намали общото търсене на електроенергия, използвана за отопление, въпреки лекото увеличение на потреблението на електричество за климатизация (в горещите дни). Адаптацията в енергийния сектор се моделира като подобрена производителност при производството на електроенергия, която би намалила загубите при преноса и технологичните трансфери.

Фигура 33. Въздействие на адаптацията и изменението на климата върху енергийния сектор (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



Източник: Симулации по модела.

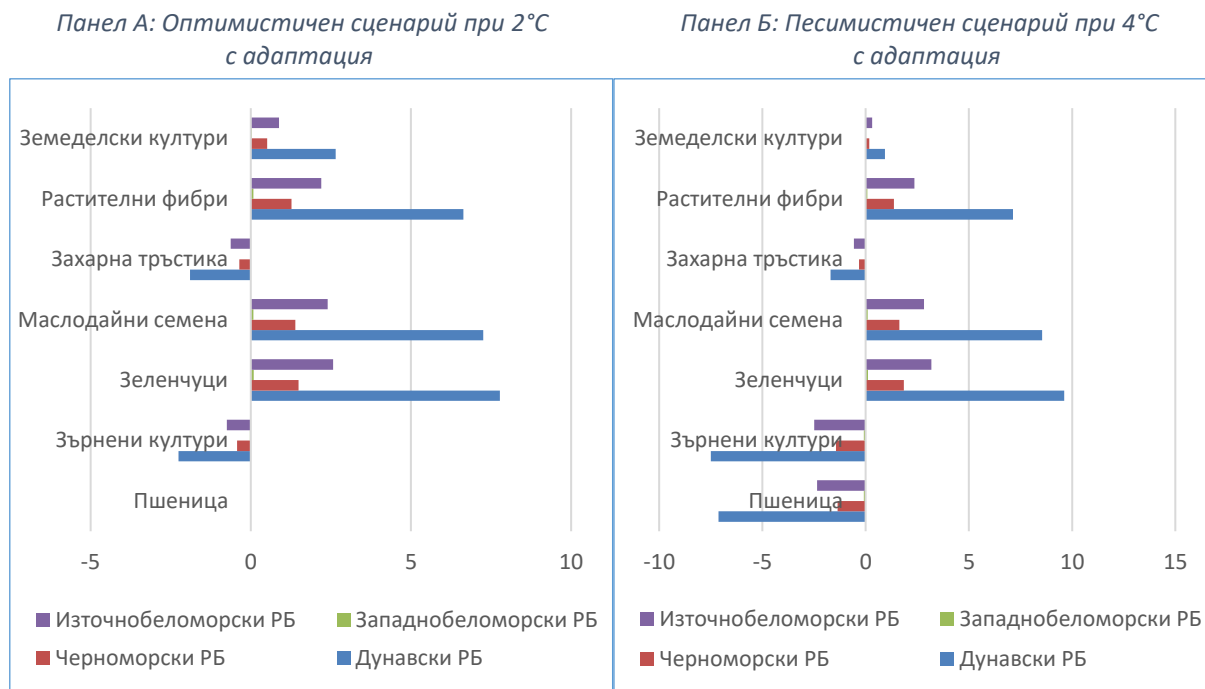
Фигура 34. Въздействие на адаптацията и изменението на климата върху селскостопанската продукция (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



Легенда: pdr – нелющен ориз; wht – пшеница; gro – други зърнени култури; v_f – зеленчуци, плодове, ядки; osd – маслодайни семена; c_b – захарна тръстика и захарно цвекло; pfb – растителни фибри; ocr – други култури; vol – растително олио и мазнини; mil – млечни продукти; pcr – лющен ориз; sgr – захар; ofd – хранителни продукти.

Източник: Симулации по модела.

Фигура 35. Въздействие от адаптацията върху земеделската продукция, резултати на ниво речни басейни (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



96. **Фигура 34** сравнява резултатите от адаптацията при сценариите с повишение на температурите от 2°C и от 4°C за селскостопанските и някои от хранително-преработвателните сектори, които разчитат на селското стопанство за суровини за производствения си процес. Общите констатации са, че изменението на климата има значително диференцирано въздействие върху зърнените култури (например пшеница, царевица и ечемик) и други култури като зеленчуци и плодове. Промяната в добивите се дължи на комбинацията от пряко въздействие на изменението на климата върху добива и промени в култивираните площи. Огромният спад в добива на зърнени култури отразява преди всичко първото, а минималните промени в добива на други култури - второто. Въпреки че политиката за адаптация, която се разглежда тук, помага да се намали въздействието на изменението на климата върху зърнените култури, тя не компенсира напълно цялостното негативно въздействие върху селското стопанство и хранително-вкусовата промишленост. Това изисква диференциран подход към политиката за адаптиране към изменението на климата за селскостопанския сектор в България. Както е показано на **фигура 35** (и за сравнение, **фигура 25**), симулациите на модела прогнозираят най-големи ползи от адаптацията за зърнените култури. По отношение на РБ, това е Дунавският район, който може да има най-големи промени в добива, поради адаптацията.

97. Като цяло, при изменението на климата без адаптация се очаква цените да се увеличат (с изключение на енергийно-интензивните сектори, при които има силно влияние от търговията). При сценариите за адаптация моделът налага инвестиции в секторите, които произвеждат основните потребителски стоки, което води до

увеличаване на производителността и намаляване на цените на крайните стоки от тези сектори.

4.2. Политика 2: адаптиране, финансирано от чуждестранни фондове, специално предназначени за инвестиции в селското стопанство и туризма

98. Настоящият раздел предлага стратегия за адаптация, финансирана чрез чуждестранни фондове, например структурните фондове на ЕС или наследниците им, или други двустранни или многостранни механизми за финансиране, насочени към климата, без разходи за българската икономика. Степента на тези потоци е равна на фискалните приходи, предложени в предишния сценарий, които възлизат на 0,1 процент от БВП.

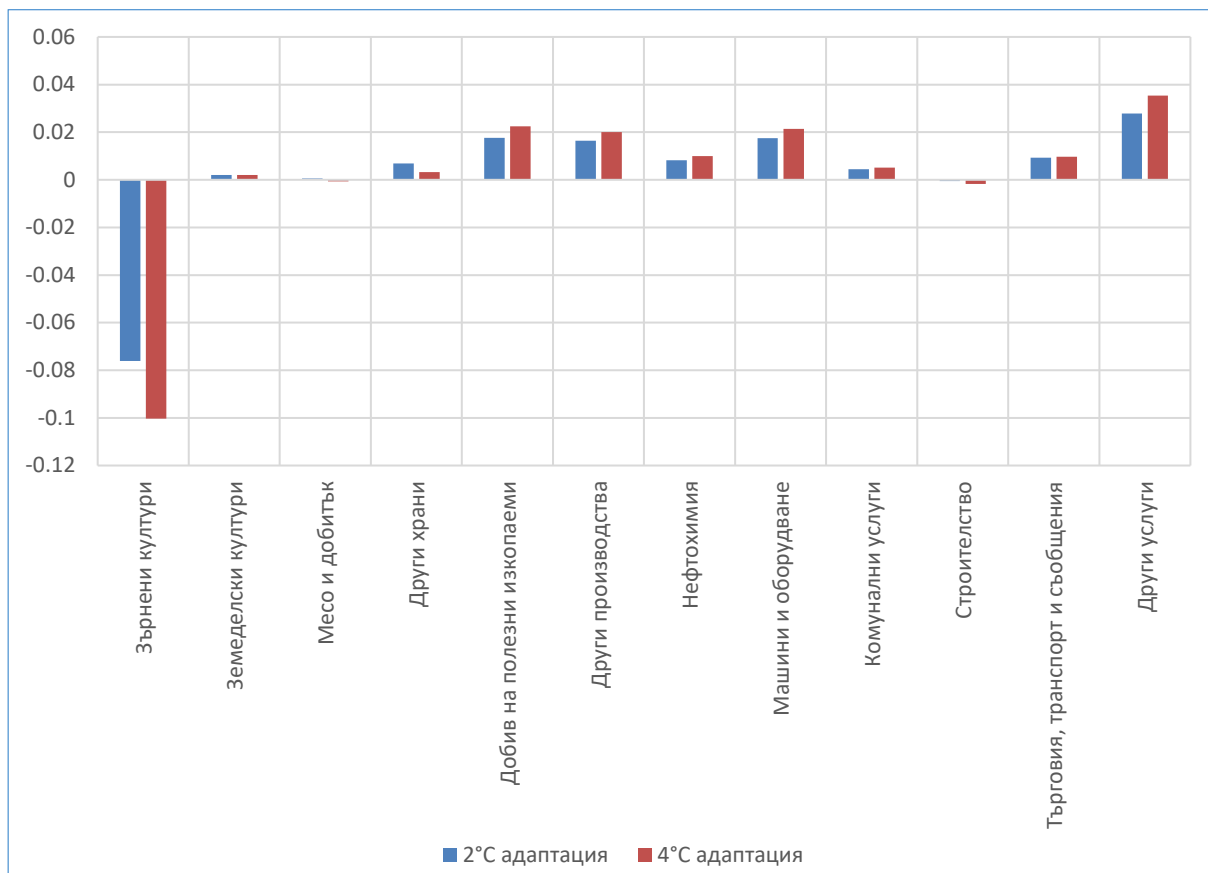
99. Както в предишния раздел, този сценарий също предполага вариант на “адаптиране без разходи”, който намалява въздействието на изменението на климата с 33 процента. Освен това, получените средства са предназначени за определени сектори на икономиката (като инвестиции) за хеджиране срещу загуби на секторно производство и конкурентоспособност поради изменението на климата.

100. Този приток на средства повишава капиталовата наличност в България с 2,5 процента. Тези средства са предназначени за производствени сектори за осъществяване на публични и частни инвестиции, насочени към адаптиране, което води до намаляване на загубите от въздействието на климатичните промени с 10 процента, 20 процента и 30 процента. Моделът се използва, за да се определи нивото на шоково въздействие върху капиталовата производителност, което би имитирало притока на средства за адаптация.

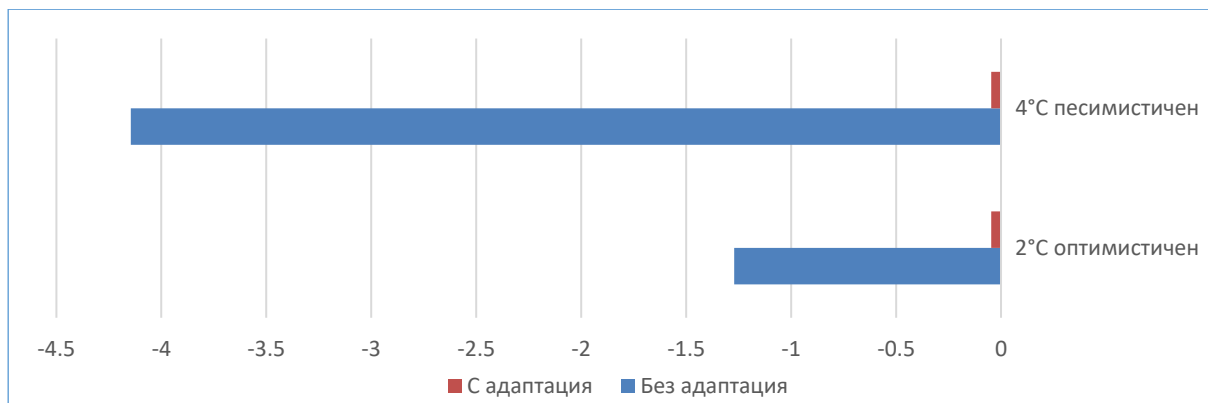
101. След това фондовете за адаптация се използват за инвестиции, за да компенсират неблагоприятното въздействие на изменението на климата с 10 процента, 20 процента и 30 процента в два ключови сектора - селско стопанство и туризъм. Тези два сектора са избрани като основни бенефициенти на средствата за адаптиране, поради тяхната висока уязвимост спрямо изменението на климата, а също така и поради факта, че се отличават с висока трудоемкост. Тези два сектора се считат за основни генератори на икономически възможности за бъдещите поколения.

102. От *фигура 36* е видно, че адаптация към повишаване на температурата с 4°C води до по-силни въздействия върху секторното производство в няколко сектора, отколкото адаптация към повишаване на температурата с 2°C. Най-силно повлияни са производството на зърнени храни и услугите (включително туризъм): производството на зърно отбелязва спад и в двата случая (в сравнение с базовия сценарий, но се увеличава в сравнение със сценария без адаптация), докато продукцията в туризма се увеличава. *Фигура 37* показва, че адаптирането почти напълно елиминира всички отрицателни ефекти върху БВП както при оптимистичните, така и при песимистичните сценарии. *Фигура 38* показва, че въздействията са изключително негативни както при оптимистичните, така и при песимистичните варианти без адаптация и че адаптацията отменя негативния ефект от изменението на климата върху икономическото благосъстояние.

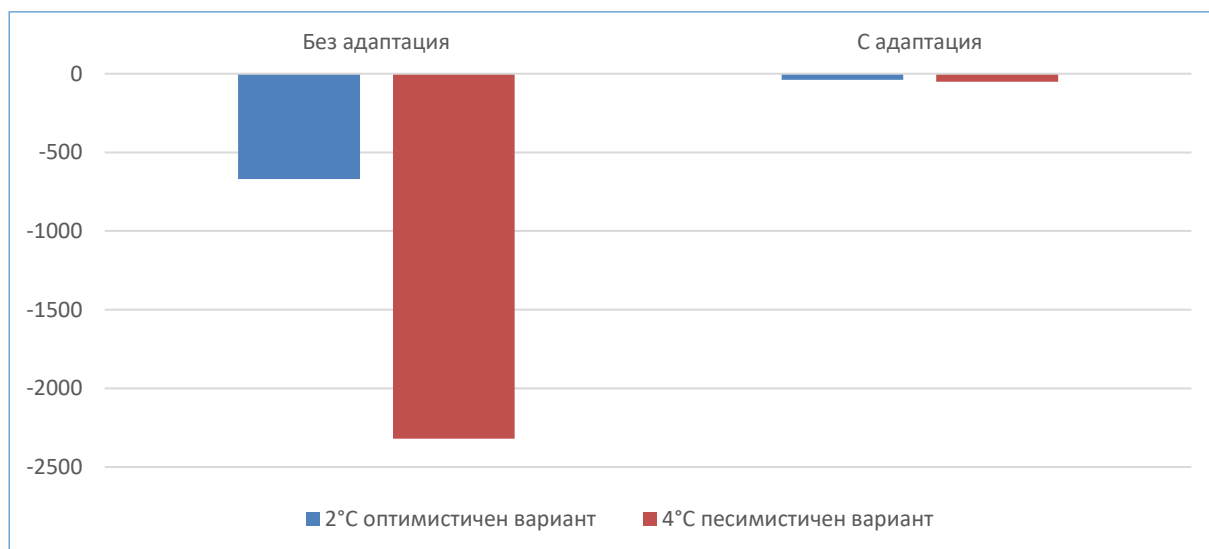
Фигура 36. Влияние върху производството при сценарии на климатични промени с адаптация (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



Фигура 37. Въздействие на адаптацията и климатичните промени върху реалния БВП (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)

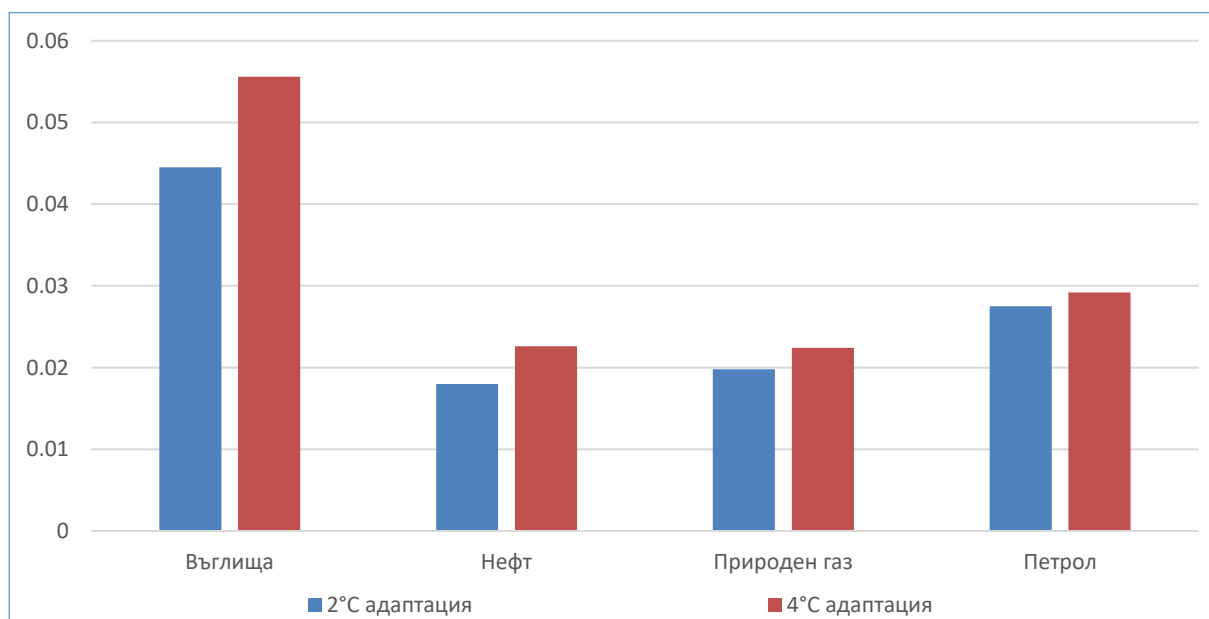


Фигура 38. Промени в благосъстоянието при сценарии без и с адаптация (млн. щ.д. в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)

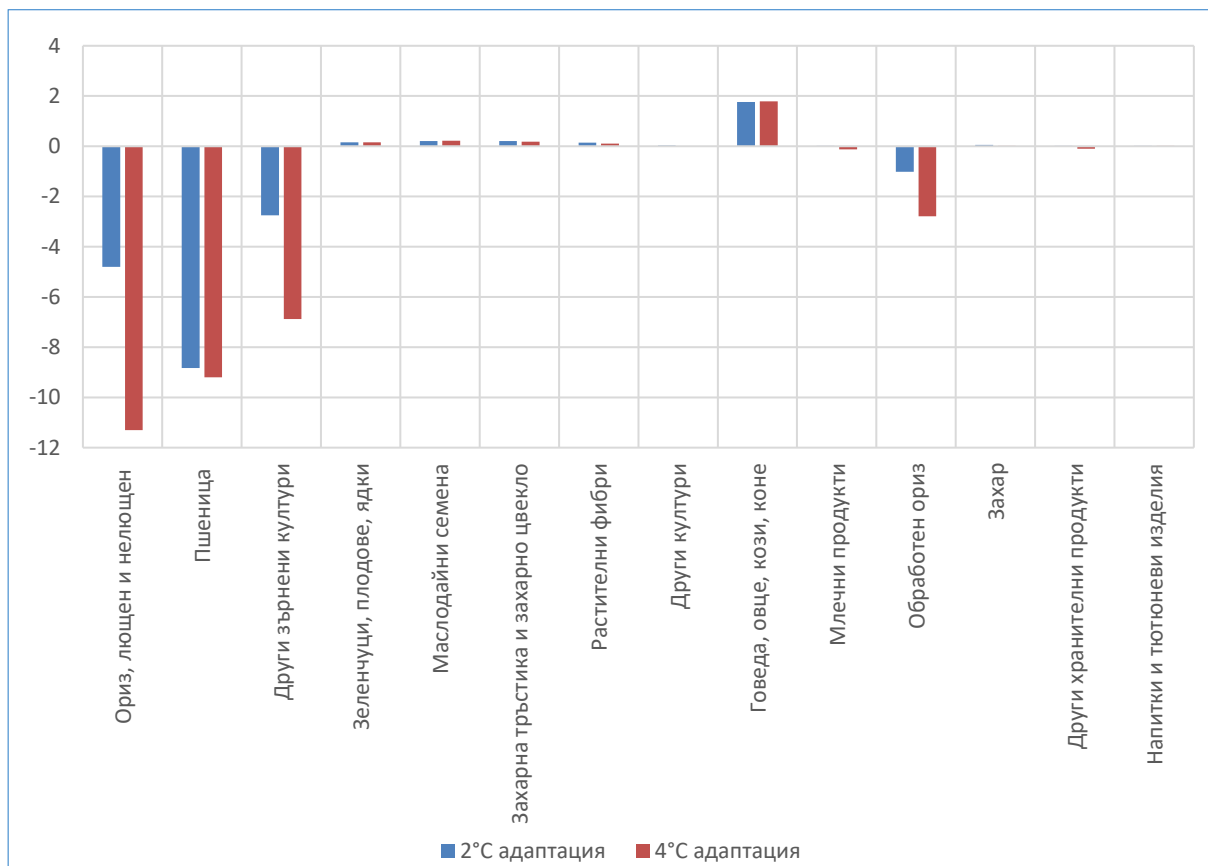


103. От **фигура 39** е видно, че производството на енергия отбелязва леко нарастване при сценария с адаптация. Това се дължи отчасти на направените нови инвестиции за адаптиране към изменението на климата, при които може да се изисква енергия за адаптация. В същото време обаче, както показва **фигура 40**, селскостопанските отрасли, особено производството на зърнени култури, ще продължат да изпитват сериозни затруднения поради изменението на климата, независимо от мерките за адаптация. Всички останали отрасли отбелязват известни ползи, като при производството на растителните масла има видим ръст на продукцията.

Фигура 39. Въздействие на адаптацията и климатичните промени върху енергийния сектор (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)

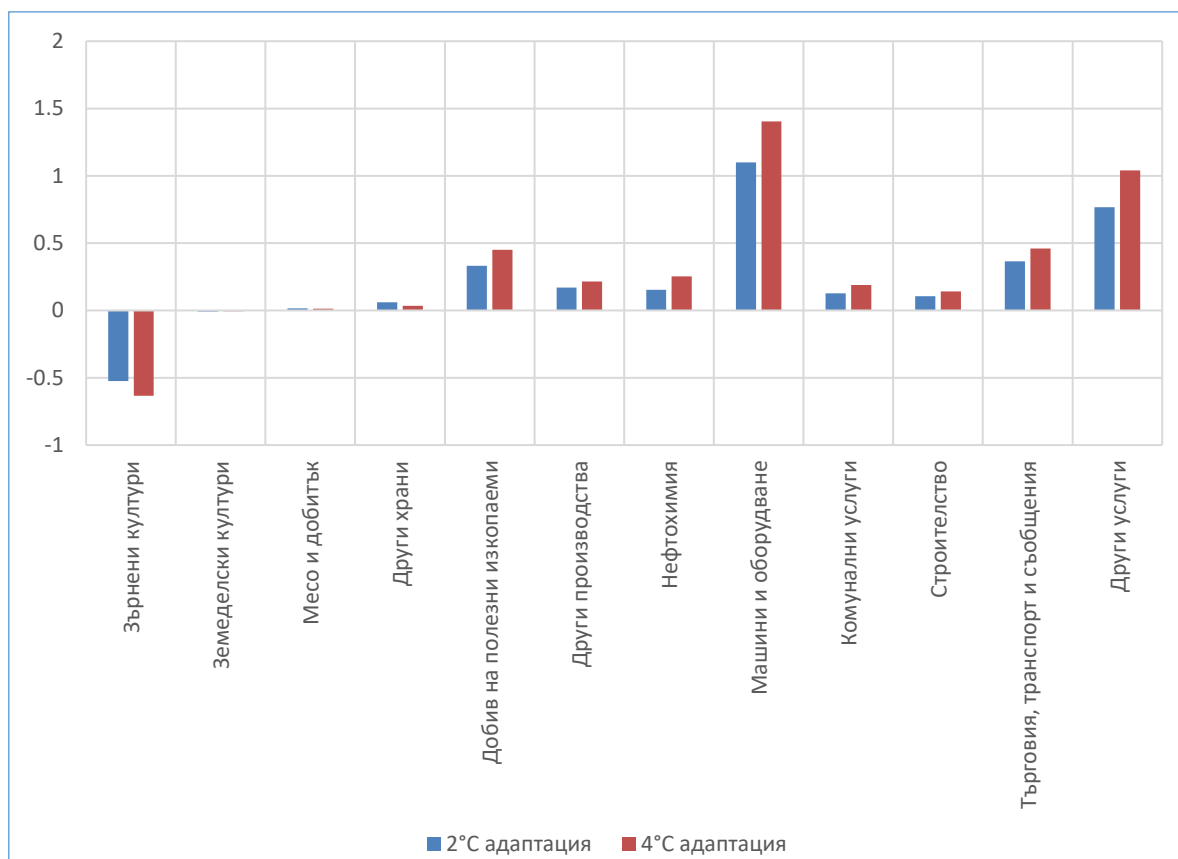


Фигура 40. Въздействие на адаптацията и климатичните промени върху селскостопанския сектор (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)



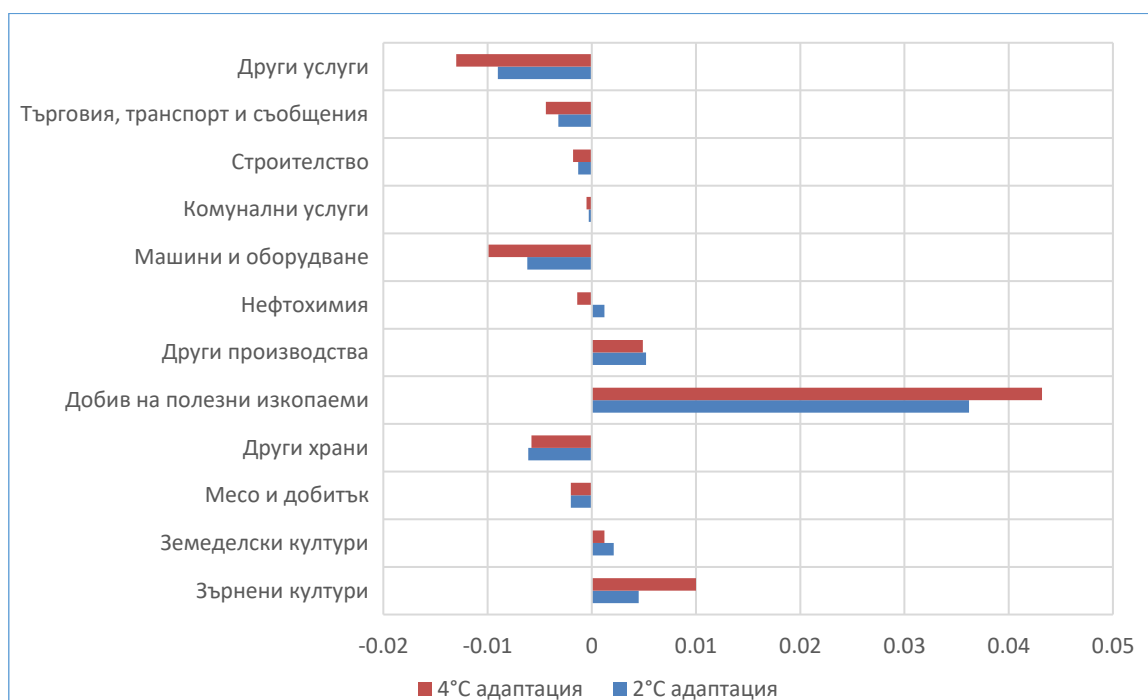
104. **Фигура 41** показва, че благодарение на мерките за адаптация търговският баланс се подобрява във всички сектори, с изключение на производството на зърнени култури. Това вероятно се дължи на по-големите инвестиции и избягването на екстремни събития в някои отрасли, което би довело до ръст на производството в тези сектори, а оттам до по-голям износ и съответно до по-нисък внос, подобрявайки по този начин търговския баланс. **Фигура 42** показва, че вносът отбелязва спад или стагнира във всички отрасли, с изключение на добивната промишленост и производството на зърнени храни, докато износът расте във всички сектори, с изключение на зърнените храни, което обяснява защо при повечето отрасли търговският баланс нараства.

Фигура 41. Промени в търговския баланс (млн. щ.д. в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)

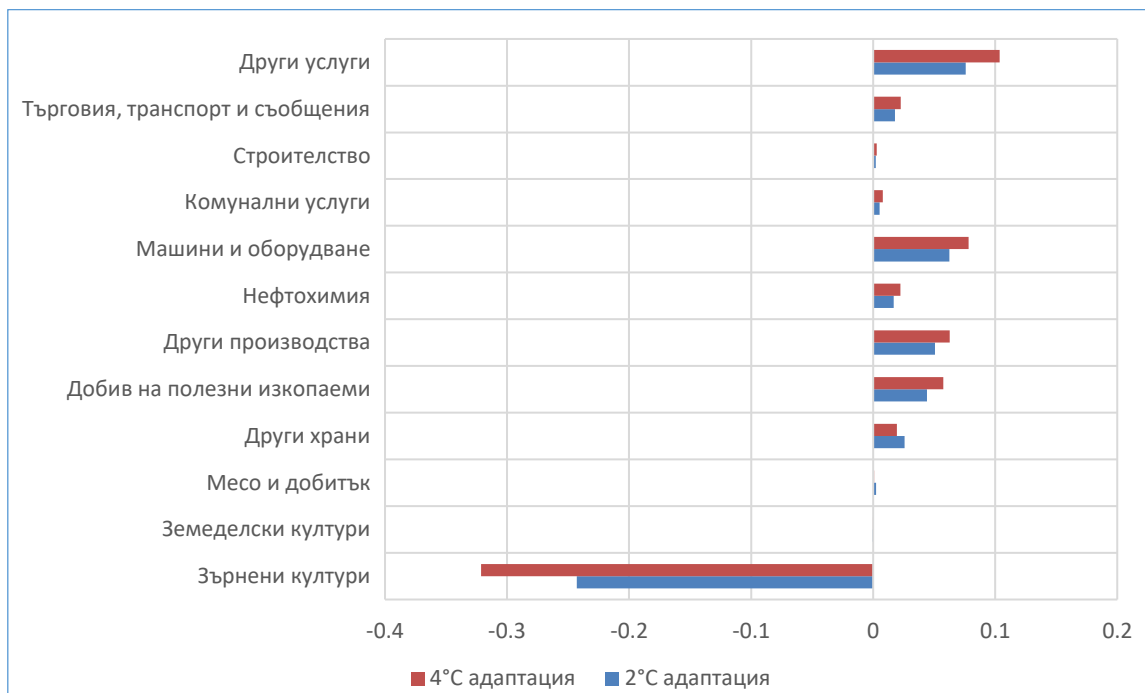


Фигура 42. Въздействие на мерките за адаптация върху вноса (панел А) и износа (панел Б) (процентно изменение в сравнение с базовия сценарий без отчитане на изменението на климата)

Панел А



Панел Б



4.3. Политика 3: Адаптиране, финансирано чрез чуждестранни фондове, предназначени за инвестиции във всички производствени сектори

105. Този раздел разработва алтернативна политика за адаптация, която има за цел насочване на чуждестранни фондове за осъществяване на инвестиции във всички производствени сектори. Тази нова политика е наречена “Капитал” и се отнася до разпределянето на средства за адаптация не само в селското стопанство и туризма, но и във всички останали сектори.

106. Както в предходните раздели и тук са извършени симулации по модела за 10 процента, 20 процента и 30 процента намаление на щетите от изменението на климата за сценарии с покачване на температурата съответно с 2°C и 4°C.

107. **Таблица 7** обобщава макроикономическите резултати от алтернативните възможности за адаптация, финансирани от чуждестранни фондове.

Таблица 7. Макроикономически ефекти от политиките за адаптация, финансирани от чуждестранни фондове: Политики 2 и 3

Макроикономически променливи	2 °C				4 °C			
	10 %	20 %	30 %	Политика3: Капитал	10 %	20 %	30 %	Политика 3: Капитал
В млн. щ.д.								
БВП	65 341	65 360	65 380	65 405	65 321	65 343	65 364	65 387
Благосъстояние	-55	-41	-26	19	-67	-51	-36	8
Износ	1 463	1 726	1 984	3 979	1 254	1 530	1 805	3 606
Внос	200	419	636	4 571	183	400	617	4 496
Инвестиции	-2 275	-2 153	-2 028	3 812	-3 169	-2 937	-2 705	3 047

Макроикономически променливи	2 °C				4 °C			
	10 %	20 %	30 %	Политика 3: Капитал	10 %	20 %	30 %	Политика 3: Капитал
	Процентно изменение спрямо базовия сценарий							
Индекс на потребителските цени	-0,05	-0,05	-0,04	-0,06	-0,06	-0,05	-0,04	-0,07
Реални заплати (нискоквалифициран труд)	-0,14	-0,10	-0,07	-0,07	-0,19	-0,15	-0,11	-0,10
Домакински доходи	-0,15	-0,12	-0,09	-0,04	-0,18	-0,15	-0,11	-0,07
Инвестиции	0,011	0,012	0,014	0,131	0,015	0,017	0,019	0,143

Източник: Симулации по модела.

108. **Таблица 7** показва обхвата на мерките за адаптиране и тяхното въздействие върху представляващи интерес ключови макроикономически променливи. Резултатите са представени в два алтернативни сценария за очакваното изменение на климата в България – с глобално повишаване на температурата до 2050 г. съответно с 2°C и 4°C. Колоните в тези две широки категории представляват нивото на адаптация, което се предполага, че е постигнато до 2050 година. Така например, първата колона (10 процента) означава, че България е била в състояние да въведе планово мярка за адаптация, чрез която да намали въздействието от изменението на климата до 2050 г. с 10 процента. Графа “Капитал” показва прилагането на адаптационна мярка, при която капиталът отбелязва ръст във всички сектори, в които се използва този важен фактор на производството. Накратко, този последен сценарий представя случаите, при които има значително подобрение в използването на капитала в България. При останалите сценарии капиталът може да се променя/подобрява само за селскостопанския и туристическия сектор.

109. Общата картина от **таблица 7** може да бъде обобщена по следния начин. Първо, колкото е по-голямо усилието за приспособяване, измерено в процент намалени щети, толкова е по-голяма общата полза за обществото, тоест има подобрение в благосъстоянието, макар и малко по мащаб. Второ, графа “Капитал” показва ползите, които настъпват когато политиката за адаптиране подобрява използването на капитала във всички сектори в България. Трето, въздействието на всички тези алтернативни мерки за адаптация изглежда влияе малко върху индекса на потребителските цени, реалната възвръщаемост на неквалифицираната работна ръка и домакинствата. Макар че общата тенденция, посочена в **таблица 7**, показва отрицателни резултати за всички анализирани променливи, мащабите всъщност са доста малки. Това може и да не е изненадващо в модел на общо равновесие, където неквалифицираният труд може да преминава от един сектор в друг, следвайки промените в обема на продукцията. Тоест фактът, че на труда се позволява да се движи между секторите, спомага за смекчаване на някои от отрицателните последици от изменението на климата и/или адаптацията чрез преместване в сектори, които предоставят нови възможности.

110. При всички обобщени по-горе мерки намаляването на щетите от климатичните промени с 30 процента е най-оптималният сценарий за адаптация, ако капиталовият

растеж е съсредоточен единствено върху секторите на селското стопанство и туризма, а вариантът с най-малко щети е този с покачване на температурата с 2°C.

111. Капиталовият сценарий е по-оптимален от останалите сценарии дори и само с 10 процента намаление на щетите от изменението на климата. Това води до по-голяма наличност на капитали във всички отрасли, което поражда положителни очаквания за цялата икономика, а разширяването на производството и създаването на добавена стойност отчасти надвишават щетите от климатичните промени в някои отрасли.

Каре 3. Въздействие на парниковите газове

Настоящият анализ изчислява и годишните емисии на парникови газове до 2050 г. при всички сценарии (вж. **таблица 8**). В базовия сценарий емисиите възлизат на над 69,3 милиона метрични тона въглероден диоксид (MtCO₂) през 2050 г. Във всички останали сценарии (изменение на климата с или без адаптация) емисиите са малко по-ниски, с 1 или 2 процента в повечето случаи, и с 4 процента само в един случай. Това се дължи на свиването на икономическата активност, произтичащо от изменението на климата (и не напълно компенсирано с адаптация). В модела емисиите са функция на икономическата активност и затова се покачват и спадат заедно с нея.

При оптимистичния сценарий с покачване от 2°C без адаптация например, емисиите възлизат на около 68,5 MtCO₂, което е с около 0,8 MtCO₂ по-малко, отколкото при базовия сценарий. Същият сценарий обаче, с адаптация, води до малко по-високи емисии - 68,6 MtCO₂, тъй като адаптацията облекчава натиска за понижаване на икономическата активност, но все пак под стойностите на базовия сценарий. Като цяло, адаптацията води до по-високи емисии, отколкото без адаптация, ако всичко друго е еднакво (по-точно степен на повишаване на температурата и оптимистичен/песимистичен сценарий). Освен това песимистичните сценарии водят до по-ниски емисии, отколкото съответните оптимистични сценарии, отново поради по-голямата икономическа активност при оптимистичния сценарий (тъй като подобен сценарий предполага по-малко щети за икономиката като цяло). Подобен модел се наблюдава и между сценариите за повишение с 2°C и с 4°C, като първият води до по-големи емисии от втория, поради по-малките щети в резултат от климата при първия в сравнение с втория.

Това са само предварителни оценки на въздействието на парниковите газове при различните сценарии за въздействие/адаптация към изменението на климата, разгледани в настоящето проучване. Един задълбочен анализ на синергиите между адаптация и смекчаване на въздействието ще изисква по-нататъшно усъвършенстване на модела (по-специално в секторите на енергетиката и селското стопанство, горското стопанство и други сектори с използване на земята, взимане под внимание на всички парникови газове) за по-точно описание на икономическите дейности и тяхното въздействие върху емисиите.

Таблица 8. Годишни емисии на парникови газове*, до 2050 г., при всички сценарии

Сценарий			Емисии на парникови газове (MtCO ₂)
Базов			
Без адаптация	2°C	Оптимистичен	68,504
		Песимистичен	67,911
	4°C	Оптимистичен	68,262
		Песимистичен	66,526
С адаптация	2°C	Оптимистичен	68,573
		Песимистичен	67,977
	4°C	Оптимистичен	68,352
		Песимистичен	67,561

*: само CO₂, от всички сектори.

Източник: симулации на модела.

5. Заключение

112. Съществува вероятност икономическият растеж в България до 2050 г. да срещне сериозни спънки, като сред най-важните от тях са демографският спад и пречките пред икономическата диверсификация. Изменението на климата ще е допълнително предизвикателство.

113. Настоящият анализ оценява социалните и икономически последици от изменението на климата и действията за адаптация в България и подчертава цената на бездействието и ползите от действията в областта на климата в рамките на цялата икономика. Той предоставя елементи, които отговарят на следните въпроси: кои сектори са най-уязвими на изменението на климата, колко ефективна е адаптацията към най-значимите му въздействия и какви са общите нужди и потенциалните механизми за финансиране?

114. Настоящият анализ е първия опит за изграждане на интегриран модел за оценка на адаптацията към изменението на климата за България чрез свързване на макроикономически модел с екологични модули. Поради значителните пропуски в знанията, не всички начини, чрез които изменението на климата може да засегне природните ресурси, населените места и икономическите дейности, могат да бъдат отразени в модела. Въпреки частичното покритие, моделът все пак представя въздействието от изменението на климата в секторите, считани за най-уязвими по отношение на изменението на климата, като селското стопанство, крайбрежните зони, енергетиката, човешкото здраве и туризма. В анализа се разглеждат два сценария за изменението на климата – съпоставят се сценарий с чувствителност към изменението на климата (увеличение на температурите с 2°C) и сценарий с въглероден интензитет (увеличение на температурите с 4°C).

115. По отношение на уязвимостта към изменението на климата, настоящият анализ установява, че до 2050 г. икономическият растеж в България може да бъде напълно унищожен поради изменението на климата. Очаква се БВП да нараства с 1,7 процента на година до средата на века, а отрицателното въздействие от изменението на климата ще надхвърля систематично икономическия растеж при повишение на температурите с 4°C и в повечето случаи - при повишение на температурите с 2°C. Въздействието върху икономическия растеж до 2050 г. варира от -1,3 процента до -4,3 процента при разглежданите сценарии за изменението на климата. Тези резултати попадат в обхвата на констатациите в наличните проучвания на икономическото въздействие на повишаване на температурата с 2°C в Южна Европа. Например проектът PESETA (2014 г.) оценява общото макроикономическо въздействие на изменението на климата на около 2,8 процента от БВП през 2080 г., проектът на TopDad прогнозира забавяне на икономическия растеж в Южна Европа с 0,15 процента, а проектът Climate Cost прогнозира загуба от 0,5 процента до 1 процент от БВП до 2100 г. Тези проучвания са отпреди няколко години и за съжаление все още няма актуализация по отношение на потенциалното въздействие на температурната промяна от 4°C.

116. Освен въздействието върху БВП, също толкова важно е да се подчертаят въздействията от изменението на климата върху благосъстоянието. Загубите по

отношение на благосъстоянието до 2050 г. варират от 1 до 3,5 процента от БВП, от най-оптимистичния сценарий до най-песимистичния. Загубите, свързани с благосъстоянието могат да бъдат разделени на три компонента: преки въздействия, ефективност и условия за търговия. Резултатите от симулациите на модела показват на първо място, че преките въздействия на изменението на климата са основният двигател по отношение на загубите, свързани с благосъстоянието, изразяващи се в общо влошаване на производствените условия в България, което става все по-тежко, колкото по-интензивно е затоплянето. Второ, изменението на климата, съчетано с недостатъчно оптимални икономически политики, води до още повече загуба на благосъстояние, свързана с икономическата неефективност, но тя е с един порядък по-ниска от загубите от директни въздействия. Трето, въздействието на изменението на климата върху условията за търговия се превръща в благосъстояние, което е със същия размер (в абсолютна стойност), както загубите на благосъстояние, свързани с ефективността. В резултат на това, печалбите от благоприятните търговски условия могат да смекчат загубата на благосъстояние, свързана с икономическата неефективност, но не могат да компенсират много по-голямата загуба на благосъстояние, свързана с прякото въздействие на изменението на климата.

117. На секторно равнище симулациите на модела показват, че селското стопанство е сред най-уязвимите сектори, с диференцирано въздействие върху зърнените култури (като пшеница, царевица или ечемик) и други култури (като зеленчуци и плодове). Въпреки че политиките за адаптация, които се разглеждат тук, спомагат за смекчаване на последиците от изменението на климата върху зърнените култури, те не компенсират напълно негативното въздействие върху селскостопанския сектор. Това изисква диференциран подход към политиката за адаптация към изменението на климата за този сектор в България. Зърнените култури понасят най-голямо отрицателно въздействие във всички четири речни басейна в България. Дунавският речен басейн (където селскостопанската производителност е най-висока) е регионът, който страда най-много от изменението на климата.

118. Енергийният сектор, състоящ се от рафинирани петролни продукти и други горива, е друг сектор, който е силно засегнат при всеки от сценариите за изменение на климата, разглеждани в настоящия анализ. Потреблението на енергия за отопление (в студените дни) ще намалее значително и ще намали общото търсене на електроенергия, използвана за отопление, въпреки лекото увеличение на потреблението на електроенергия за климатизация (в горещи дни).

119. Друг клъстер от сектори, които изпитват отрицателно въздействие, са транспортът и комуникацията. Общият спад в икономическата активност е отговорен за спада в търсенето на продукцията от тези сектори.

120. И накрая, положителен резултат по отношение на производството се наблюдава при енергийно интензивните сектори, свързани с търговията, които включват сектори като химикали, стомана, алуминий, цимент и керамика.

121. Много вероятно е изменението на климата да докара до бедност повече хора в България. При всички сценарии за изменението на климата се наблюдава увеличение на

реалните цени в цялата икономика. Повишаването на цените на стоките вероятно ще доведе до значително намаляване на реалните доходи - и до увеличаване на бедността - за домакинствата, които харчат голяма част от дохода си за тези стоки, чиято цена се е увеличила значително. Благосъстоянието на домакинствата обаче зависи не само от промените в жизнения стандарт, а и от промените в доходите. Като цяло приходите от както от квалифициран, така и от неквалифициран труд ще намалее при всички анализирани сценарии. Следователно се очаква повече хора да паднат под линията на бедността заради комбинирания ефект от покачващите се реални цени и намаляващите приходи от труда.

122. Обхватът на настоящия макроикономически анализ има за цел да осигури информация за диалог на високо равнище по отношение на обосновката за адаптация към изменението на климата (сравняване на разходите за действие с разходите за бездействие), общите нужди от финансиране и потенциалните механизми за финансиране на адаптацията. Поради липсата на изчерпателна техническа и икономическа информация за мерките за адаптация и техните разходи на секторно равнище, която би могла да бъде лесно интегрирана в модела, не може да се изведе крива на разходите за адаптиране „отдолу-нагоре“. Вместо това се използва имплицитна крива на разходите „отгоре-надолу“, базирана на подобно интегрирано моделиране, по предположението, че тази адаптация би могла да намали 30 процента от брутното въздействие от изменението на климата на ниска цена за икономиката (0,1 процента от БВП).

123. На първо място, констатациите показват големите ползи от адаптацията, която може да помогне за смекчаване на неблагоприятното въздействие на изменението на климата. Ползите от адаптацията са по-високи в сценария с покачване на температурите с 4°C, при който отрицателното въздействие на изменението на климата върху растежа е намален почти наполовина (от 4,3 процента до 2,6 процента от БВП). От гледна точка на мобилизиране на ресурсите, симулациите на модела показват, че е възможно да се финансира адаптацията чрез 2-процентна вноска за климата, наложена върху потребителските стоки, без да се възпрепятстват перспективите за растеж. Тази вноска води до леко отрицателно въздействие върху благосъстоянието на потребителите само при сценария с повишение на температурите с 2°C, докато при сценария с повишение на температурите с 4°C, където има повече възможности за адаптация, подобренията в икономическата ефективност и конкурентоспособността в международната търговия натежават над неблагоприятното въздействие на тази фискална политика.

124. Другите алтернативи включват ориентиране на чуждестранни фондове към адаптацията, като например структурните фондове от Европейския съюз или техните наследници, или други двустранни или многостранни механизми за финансиране, насочени към климата. От гледна точка на разпределението на средствата за адаптация, симулациите на модела показват, че ориентирането на ресурсите за адаптация към всички сектори (а не само към най-уязвимите) носи повече ползи за българската икономика и гражданите, тъй като увеличава наличието на капитал в продуктивните сектори, със съответното нарастване на производството и добавената стойност, като по този начин частично надвишава отрицателните последици от изменението на климата.

125. Тези резултати са получени при първия опит за изграждане на интегриран модел за оценка на адаптацията към изменението на климата за България. Специален акцент беше поставен върху селското стопанство като един от най-уязвимите на изменението на климата сектори и моделът може да анализира добре връзката между природните активи като земя и вода, които са уязвими от изменението на климата и първичните производствени фактори за селското стопанство. При интерес по отношение на политиките и налична микроикономическа и техническа информация на секторно равнище, моделът може да бъде допълнително подобрен, за да се подобри представянето на уязвимостта на климата и на адаптационния потенциал в други сектори или да се анализират въпроси, свързани с смекчаване на въздействието от изменението на климата. Това са потенциални посоки за по-нататъшни изследвания.

Използвана литература

- Adger, W. N., S. Agrawala, M. M. Q. Mirza, C. Conde, K. O'Brien, J. Pulhin, R. Pulwarty, B. Smit, and K. Takahashi. 2007. "Assessment of Adaptation Practices, Options, Constraints and Capacity." In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, and C.E. Hanson. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 717–743.
- Baldos, U., and T. Hertel. 2015. *The Role of International Trade in Managing Food Security Risks from Climate Change*. West Lafayette, IN, USA: Department of Agricultural Economics, Purdue University.
- Berrittella, Maria, Andrea Bigano, Roberto Roson, and Richard Tol. 2004. "A General Equilibrium Analysis of Climate Change Impacts on Tourism." No FNU-49, Working Papers, Research Unit Sustainability and Global Change, Hamburg University. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:sgc:wpaper:49>.
- De Bruin, K. C., R. B. Dellink, and R. S. Tol. 2009. "AD-DICE: An Implementation of Adaptation in the DICE Model." *Climatic Change* 95 (1–2): 63–81.
- Hertel, T. 1997. *Global Trade Analysis, Modeling and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press. https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=4840
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. "Climate Change 2007: The Physical Science Basis." In *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, and H. L. Miller. Cambridge, U.K. and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. "Climate Change 2013: The Physical Science Basis." In *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, S. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, M. G. Meyer, P. Bex, and Z. M. Tignor. Cambridge, U.K. and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Klein, R. J. T., G. F. Midgley, B. L. Preston, M. Alam, F. G. H. Berkhout, K. Dow, and M. R. Shaw. 2014. "Adaptation Opportunities, Constraints, and Limits." In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, and L. L. White. Cambridge, U.K. and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 899–943.

- Kolev, B. 2016. "Development of a GIS Database for Agro-Ecological Characterization of the Razlog Region (Southern Bulgaria)." Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, June 13–17, Bulgaria.
- Lee, Huey-Lin, Thomas Hertel, Brent Sohngen, and Navin Ramankutty. 2005. in Global Agricultural Land Use Data for Climate Change Analysis, Global Forestry Data for the Economic Modeling of Land Use, and An Integrated Global Land Use Data Base for CGE Analysis of Climate Policy Options supersede GTAP Technical Paper No. 25. Towards an Integrated Land Use Database for Assessing the Potential for Greenhouse Gas Mitigation.
- Liu, J., T. Hertel, F. Taheripour, T. Zhu, and C. Ringler. 2013. "Water Scarcity and International Agricultural Trade." *Global Environmental Change* 29: 22–31.
- Lobell, David B., Marshall B. Burke, Claudia Tebaldi, Michael D. Mastrandrea, Walter P. Falcon, and Rosamond L. Naylor, . 2008. "Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030." *Science* 319: 607–610.
- Marshall L, Aillery M., Malcolm S., and Williams R.. 2014. "Agricultural Production under Climate Change: The Potential Impacts of Shifting Regional Water Balances in the U.S." AAEA Annual Meeting, Minneapolis, MN.
- MoEW (Ministry of Environment and Water). 2014. "Risk and Vulnerability Analysis and Assessment of the Bulgarian Economic Sectors to Climate Change", Ministry of Environment and Water, Sofia.
- Nelson, G. C., Rosegrant W.M., Palazzo A., Gray I., Ingersoll C., Robertson D., Tokgoz S., Zhu T., Sulser T., Ringler C., Msangi S., and L. You 2010. *Food Security, Farming, and Climate Change to 2050: Scenarios, Results, Policy Options*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). 2015. "The Economic Consequences of Climate Change." ENV/EPOC (2015)12/REV1.
- Reilly J., Graham J., and J. Hrubovcak. 2002. *Changing Climate and Changing Agriculture*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Roson, R., and M. Sartori. 2016. "Estimation of Climate Change Damage Functions for 140 Regions in the GTAP 9 Data Base." *Journal of Global Economic Analysis* 1 (2): 78–115.
- Taheripour, F., T. Hertel, B. Narayanan, S. Sahin, and B. K. Mitra. 2016. "Economic and Land Use Impacts of Improving Water Use Efficiency in Irrigation in South Asia." *Journal of Environmental Protection* 7: 1571–1591.
- Taheripour, F., T. Hertel, and W. Tyner. 2011. "Implications of Biofuels Mandates for the Global Livestock Industry: A Computable General Equilibrium Analysis." *Agricultural Economics* 42 (3): 325–342.
- Tol, R., and S. Fankhauser. 1998. "The Value of Human Life in Global Warming Impacts: A Comment." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 3: 87–88.

- Tyner, W., F. Taheripour, Q. Zhuang, D. Birur, and U. Baldos. 2011. *Land Use Changes and Consequent CO₂ Emissions due to US Corn Ethanol Production: A Comprehensive Analysis*. Report to Argonne National Laboratory, Department of Agricultural Economics, Purdue University. West Lafayette, IN, USA.
- Willis D, Rainwater K., Tewari R., Stovall J., Hayhoe K., Hernandez A., Maugét S., Leiker G., and J. Johnson. 2014. "Projecting the Economic Impact and Level of Groundwater Use in the Southern High Plains under Alternative Climate Change Forecasts using a Coupled Economic and Hydrologic Model." AAEA Annual Meeting, Minneapolis, MN.
- World Bank. 2012. *Greening India's Growth*. Washington, DC: World Bank.
- . 2016a. *Georgia Country Environmental Analysis*. Washington, DC: World Bank.
- . 2016b. *An Evaluation of Climate Change on Water Resources in the Sava River Basin*. Washington, DC: World Bank.

Приложение 1. Класификация и разпределение, използвани при анализа

Таблица 1.1. Отраслова класификация и разпределение по GTAP 57, използвани за целите на анализа (13 обобщени сектора)

№	GTAP 57	Описание	Обобщен сектор
1	pdr	Ориз, лющен и нелющен	Grains - Зърнени култури
2	wht	Пшеница	Grains - Зърнени култури
3	gro	Други зърнени култури	Grains - Зърнени култури
4	v_f	Зеленчуци, плодове, ядки	Crops - Земеделски култури
5	osd	Маслодайни семена	Crops - Земеделски култури
6	c_b	Захарна тръстика и захарно цвекло	Crops - Земеделски култури
7	pfb	Растителни фибри	Crops - Земеделски култури
8	ocr	Други култури	Crops - Земеделски култури
9	ctl	Говеда, овце, кози, коне	MeatLvstk - Месо и добитък
10	oap	Други животински продукти	MeatLvstk - Месо и добитък
11	rmk	Сурово мляко	OthFood – Други храни
12	wol	Вълна, сурова коприна	Crops - Земеделски култури
13	frs	Горско дело	Extraction – Добив на полезни изкопаеми
14	fsh	Рибарство	Extraction – Добив на полезни изкопаеми
15	coa	Въглища	Extraction – Добив на полезни изкопаеми
16	oil	Нефт	Extraction – Добив на полезни изкопаеми
17	gas	Природен газ	Extraction – Добив на полезни изкопаеми
18	omn	Други природни изкопаеми	Extraction – Добив на полезни изкопаеми
19	cmt	Месо: говеждо, овче, козе, конско	MeatLvstk - Месо и добитък
20	omt	Други месни продукти	MeatLvstk - Месо и добитък
21	vol	Зеленчукови масла и мазнини	OthFood – Други храни
22	mil	Млечни продукти	OthFood – Други храни
23	pcr	Обработен ориз	OthFood – Други храни
24	sgr	Захар	OthFood – Други храни
25	ofd	Други хранителни продукти	OthFood – Други храни
26	b_t	Напитки и тютюневи изделия	OthFood – Други храни
27	tex	Текстил	Omnfcs – Други производства
28	wap	Облекло	Omnfcs – Други производства
29	lea	Кожени изделия	Omnfcs – Други производства

№	ГТАР 57	Описание	Обобщен сектор
30	lum	Продукти от дървесина	Omnfcs – Други производства
31	ppp	Хартиени изделия, издателска дейност	Omnfcs – Други производства
32	p_c	Петрол и кокс	Chemineral – Химикали и минерали
33	cpr	Химически изделия, каучук, пластмаса	Chemineral – Химикали и минерали
34	nmm	Неметални минерали	Chemineral – Химикали и минерали
35	i_s	Желязо и стомана	Extraction – Добив на полезни изкопаеми
36	nfm	Цветни метали	Extraction – Добив на полезни изкопаеми
37	fmp	Метални изделия	Extraction – Добив на полезни изкопаеми
38	mvh	Моторни превозни средства и части	Omnfcs – Други производства
39	otn	Друго транспортно оборудване	Machequip – Машини и оборудване
40	ele	Електронно оборудване	Machequip – Машини и оборудване
41	ome	Други машини и оборудване	Machequip – Машини и оборудване
42	omf	Друго производство	Omnfcs – Други производства
43	ely	Електричество	Utilities – Комунални услуги
44	gdt	Производство и разпространение на газ	Utilities – Комунални услуги
45	wtr	Вода	Utilities – Комунални услуги
46	cns	Строителство	Construction - Строителство
47	trd	Търговия	Trdtrnscomm – Търговия, транспорт и съобщения
48	otp	Друг транспорт	Trdtrnscomm – Търговия, транспорт и съобщения
49	wtp	Воден транспорт	Trdtrnscomm – Търговия, транспорт и съобщения
50	atp	Въздушен транспорт	Trdtrnscomm – Търговия, транспорт и съобщения
51	cmn	Съобщения	Trdtrnscomm – Търговия, транспорт и съобщения
52	ofi	Други финансови услуги	OthServ – Други услуги
53	isr	Застраховане	OthServ – Други услуги
54	obs	Други стопански услуги	OthServ – Други услуги
55	ros	Почивно дело и други услуги	OthServ – Други услуги
56	osg	Публична администрация/отбрана/здравеопазване/образование	OthServ – Други услуги
57	dwe	Жилища	OthServ – Други услуги

Таблица 1.2. Стойности на параметрите при основните сценарии с шокови сътресения от изменението на климата

Шокови сътресения в политиките	2°C			4°C		
	A	B	C	D	E	F
Сътресения в производството	Оптимистичен	Очакван	Песимистичен	Оптимистичен	Очакван	Песимистичен
aoall("pdr", "Bulgaria")	-1,53	-3,06	-4,59	-3,53	-7,06	-10,59
aoall("wht", "Bulgaria")	-3,065	-6,13	-9,195	-3,19	-6,38	-9,57
aoall("gro", "Bulgaria")	-1,345	-2,69	-4,035	-3,345	-6,69	-10,035
Сътресения в енергийното търсене				0		
aoall("ely", "Bulgaria")	-0,05	-0,1	-0,15	-0,09	-0,18	-0,27
aoall("gas", "Bulgaria")	-0,05	-0,1	-0,15	-0,08	-0,16	-0,24
aoall("p_c", "Bulgaria")	-5,15	-10,3	-15,45	-9,93	-19,86	-29,79
Сътресения от покачване на нивото на морските води						
qo(ENDWS_COMM, "Bulgaria")	-0,0002	-0,0004	-0,0006	-0,00037	-0,00074	-0,00111
qo("Capital", "Bulgaria")=	-0,0002	-0,0004	-0,0006	-0,00037	-0,00074	-0,00111
Сътресения в туризма				0		
qpd("ros", "Bulgaria")	0,178	0,356	0,534	0,356	0,712	1,068

Източник: Roson и Sartori. 2016 г. и Berrittella и колектив 2004 г.

Таблица 1.3. Стойности на шоковите въздействия при сценария с адаптация

Сътресения в политиките	2° C	4° C
	A	F
Сътресения в производителността	Оптимистичен	Песимистичен
aoall("pdr", "Bulgaria")	-1,0251	-7,0953
aoall("wht", "Bulgaria")	-2,05355	-6,4119
aoall("gro", "Bulgaria")	-0,90115	-6,72345
Сътресения в енергийното търсене		
aoall("ely", "Bulgaria")	-0,0335	-0,1809
aoall("gas", "Bulgaria")	-0,0335	-0,1608
aoall("p_c", "Bulgaria")	-3,4505	-19,9593
Сътресения от покачване на нивото на морските води		
qo(ENDWS_COMM, "Bulgaria")	-0,000134	-0,00074
qo("Capital", "Bulgaria")=	-0,000134	-0,00074
Сътресения в туризма		
qpd("ros", "Bulgaria")	0,11926	0,71556

Източник: Roson и Sartori. 2016 г. и Berrittella и колектив. 2004 г.

Таблица 1.4. Описание по отрасли

Абревиатура	Разгърнато наименование
PDR	Ориз, лющен и нелющен
WHT	Пшеница
GRO	Други зърнени култури
V_F	Зеленчуци, плодове, ядки
OSD	Маслодайни семена
C_B	Захарна тръстика и захарно цвекло
PFB	Растителни фибри
OCR	Други култури
VOL	Зеленчукови масла и мазнини
MIL	Млечни продукти
PCR	Обработен ориз
SGR	Захар
OFD	Други хранителни продукти

Източник: База данни на GTAP.

Приложение 2. Сравняване на резултатите от настоящия анализ с резултатите от моделирането, представени в доклада на ОИСР (2015 г.)

В настоящия раздел се прави сравнение между резултатите от настоящото проучване и тези, посочени в доклада на ОИСР от 2015 г., като се започва с описание на модела и някои по-важни резултати от проучването. В доклада на ОИСР е използван моделът на взаимовръзките по отношение на околната среда (моделът ENV-Linkage на Дирекция „Околна среда“ на ОИСР) – рекурсивен, мултирегионален и мултисекторен динамичен модел на изчислимото общо равновесие (ИОР) за моделиране на глобалната икономика. Освен на модела ENV-Linkage анализът на ОИСР разчита и на модела AD-DICE (Динамично интегриран модел на климата и икономиката (DICE) с включена адаптация), за да генерира някои дългосрочни симулации с времеви хоризонт след 2060 г. Прогнозирането на дългосрочните разходи, произтичащи от изменението на климата, започва със създаването на базова прогноза за световната икономика до 2060 г. и след това, когато е необходимо. За този базов сценарий е избран случаят, при който световната икономика се развива, без да е налице изменение на климата. Очакваните въздействия от изменението на климата впоследствие се налагат върху базовия сценарий, за да може с тяхна помощ да се направи оценка на начина, по който новите сътресения променят „наблюдаваната“ световна икономика. Съгласно организацията на модела, светът е разделен в глобален мащаб на тринадест зони (групи)¹³, а 57-те производствени отрасли по класификацията на Глобалния проект за анализ на търговията (GTAP) са агрегирани в осем сектора¹⁴. Макар дискусиата относно въздействията от изменението на климата да е насочена като цяло към агрегираните региони, изброени в бележката под линия, проучването достига до резултати и за някои основни отделни икономики, които изграждат агрегираните подразделения. Моделирането се базира на прогнозните данни за това как избрани въздействия от изменението на климата влияят върху факторите за икономическия растеж в основни региони на света на макроикономическо и секторно равнище. Множество въздействия от изменението на климата са взети предвид в анализа, като списъкът включва: изменения в добивите от земеделски култури, загуба на земя и капитал поради покачването на морското равнище, въздействие на екстремни събития като урагани, заболяемост вследствие излагане на топлина и студ, изменения в търсенето на енергия и изменения в туристическите потоци. Като цяло проучването показва, че според направените прогнози комбинираният ефект от посочените по-горе избрани въздействия върху световния БВП ще нарасне във времето, като вероятно ще достигне нива от 1,0 до 3,3 процента до 2060 г., като централната прогноза е за загуби в размер на 2 процента от БВП. Съществуват обаче значителни регионални различия в тази оценка на въздействието от изменението на климата.

¹³ Тези зони са: ОИСР Америка, ОИСР Европа, ОИСР Тихоокеански регион, Близкият Изток и Северна Африка, Латинска Америка, Субсахарска Африка, Южна и Югоизточна Азия, останалата част от Европа и Азия

¹⁴ Агрегираните сектори са: селско стопанство, рибно стопанство, горско стопанство, енергетика и добив, енергоемки промишлени отрасли, други промишлени отрасли, транспорт и строителство и други услуги

Първата значима разлика между анализа на ИОР за България и доклада на ОИСР, която трябва да се отбележи, е че този конкретен анализ използва стандартния и статичен модел на GTAP, докато докладът на ОИСР залага на рекурсивен динамичен модел на ИОР, представляващ усилен модел AD-DICE, който на свой ред представлява клас интегрирани модели за оценка. Макар статичните модели на ИОР да предоставят полезен ориентир за анализ на политиките, използването им при моделирането на изменението на климата нееднократно е ставало обект на критика. Най-напред, при статичния модел на ИОР няма оптимизация във времето, т. е. участващите субекти се приемат за миопични по отношение на вземането на периодични решения, например за реализиране на икономии или инвестиции. На второ място, изменението на климата по самото си естество е динамично явление. Фактът, че на участващите субекти е позволено да осъвременяват информацията, с която разполагат и да коригират решенията си за реализиране на икономии или инвестиции показва, че за наблюдаваните нетривиални въздействия от изменението на климата върху БВП при статичния модел на GTAP анализът на ИОР за България е взел за отправна точка доклада на ОИСР при интегрирането на въздействието от изменението на климата в базовия сценарий.

Втори източник на различия между двете проучвания са естеството и обхватът на вредите, моделирани в симулациите. Нашият модел извлича необходимите параметри от малко на брой надеждни източници и се съсредоточава върху три области на въздействие от изменението на климата: селскостопанска производителност, търсене на енергия и туризъм. Проучването на ОИСР, от друга страна, се осланя на по-голям обем литература и изследва въздействието на набор от области на въздействие от изменението на климата.

Другата важна разлика е свързана с използваното в анализа на ИОР за България секторно и регионално агрегиране, което сериозно се отличава от посоченото в проучването на ОИСР. Освен това настоящото проучване използва Версия 9 на базата данни на GTAP, като базовата година е 2011 г., докато при доклада на ОИСР е използвана малко по-стара версия. Настоящият доклад съществено се различава от проучването на ОИСР поради различията в аналитичните структури.