



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



КЛІМАТИЧНІ РИЗИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЛУЗЕЙ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Одеса
ТЕС
2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КЛІМАТИЧНІ РИЗИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЛУЗЕЙ
ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ
В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

*За редакцією доктора фізико-математичних наук,
професора С. М. Степаненка, доктора географічних наук,
професора А. М. Польового*

561975-EPP-1-2015-1-FI-EPPKA2-CBHE-JP

Одеса
ТЕС
2018

УДК 551.58:33
К-49

Друкується за рішенням вченої ради Одеського державного екологічного університету
(протокол № 9 від 26.10. 2018 р.)

Рецензенти:

С. І. Сніжко, доктор географічних наук, професор;
В.П. Карпенко, доктор сільськогосподарських наук, професор

К - 49 Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового; Одеський державний екологічний університ. Одеса: ТЕС, 2018. - 548 с. ISBN 978-617-7711-22-2

В монографії розглядаються очікувані зміни клімату згідно з різними сценаріями викидів парникових газів та їх вплив на ефективність роботи різних галузей економіки. Проведено моделювання ризикових ситуацій, виявлення динаміки і частоти повторювання екстремальних гідрометеорологічних явищ та виконана кількісна оцінка кліматичних ризиків в галузях народного господарства України і пов'язаних з ними витрат за різних кліматичних сценаріїв.

Видання підготовлено в рамках проекту 561975-EPP-1-2015-1-FI-EPPKA2-CBHE-JP «Адаптивне навчальне середовище для забезпечення компетенцій в галузі впливу місцевих погодних умов, якості повітря та клімату на економіку та соціум». Підтримка Європейської Комісії видавництва цієї публікації не включає схвалення її змісту, який відображає тільки погляд авторів, і Європейська Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в цьому виданні.

The monograph covers the expected climate change in accordance with diverse scenarios of greenhouse gas emissions, and its impact on the efficiency of various economic sectors in Ukraine. Simulation of risk situations is carried out, the dynamics and iterative frequency of severe weather phenomena is revealed, and a quantitative assessment of climatic risks in the sectors of the national economy of Ukraine and the associated costs are performed under various climatic scenarios.

The publication is made in the framework of the project of 561975-EPP-1-2015-1-FI-EPPKA2-CBHE-JP 'Adaptive Learning Environment for Competence in Economic and Societal Impacts of Local Weather, Air Quality and Climate'. The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

ISBN 978-617-7711-22-2

ПЕРЕДМОВА

За висновками провідних експертів зі зміни клімату, за умов ігнорування антропогенного підсилення парникового ефекту, до 2100 року очікується підвищення концентрації CO₂ на 90–250 % у порівнянні з доіндустріальними рівнями, значне підвищення концентрацій метану та N₂O, підвищення середньої температури повітря на 1,4–5,8 °С. Це призведе до збільшення кількості посух в континентальних районах середніх широт і подій, пов'язаних з екстремальними опадами, до підвищення рівня світового океану на 10–88 см, зменшення льодовиків, танення вічної мерзлоти. Більш тепла погода й довготривалі періоди спеки можуть змінити середовище проживання і цикл життєдіяльності паразитів і інших носіїв хвороб, а також зменшити кількість водних ресурсів для потреб гідроенергетики і зрошування.

Глобальні зміни клімату, що відбуваються, викликають заклопотаність їх різноспрямованими наслідками. Активна господарська діяльність людини призводить до різкої глобальної зміни кругообігу речовин в біосфері, який фармувався тисячоліттями. Відбувається глобальна антропогенна зміна функціонування рослинності, йде ерозія ґрунтів, змінюється клімат Землі, відбувається глобальне потепління.

Науково-технічний прогрес і, передусім, швидке зростання енергетичної потужності цивілізації породжує численні проблеми, які потребують оцінки, аналізу і глибокого вивчення. Вони зумовлені масштабом прямої дії людської діяльності на довкілля. Викиди CO₂ в атмосферу в результаті спалювання органічного палива, вирубування лісів, заміна природних фітоценозів антропогенними, ерозія ґрунтів, різні джерела і багато іншого змінюють, деформують сталий хід природних процесів і, отже, змінюють умови життя і діяльності людей.

При зміні клімату відбувається зміна природних ресурсів і це не лише чисто кліматичні ресурси, але і ті, які певною мірою залежать від стану клімату, зумовлені його станом.

Особливості географічного положення та різноманіття синоптичних процесів, які зумовлюють погодні умови України і сприяють частому виникненню стихійних гідрометеорологічних явищ, надзвичайно ускладнюють розподіл їх у часі та просторі.

Врахуванню кліматично зумовлених природних ресурсів завжди надавалося великого значення в тих галузях економіки, які тісно пов'язані із станом погоди і клімату. Це, передусім, агропромисловий комплекс, в якому витрати на виробництво сільськогосподарської продукції визначаються відповідним набором кліматично зумовлених природних ресурсів. Далі слід назвати паливний комплекс – тут в першу чергу важливі термічні ресурси території, які визначають режим опалювання,

роботу вентиляційних пристроїв і холодильних установок. Кліматично зумовлені природні ресурси відіграють помітну роль в енергетичному комплексі, визначаючи такі його компоненти як гідроенергетичні ресурси, вітрові і геліоресурси антропогенні. Важлива роль належить екологічній компоненті кліматично зумовлених природних ресурсів, що відбиває ту їх частину яка впливає на здоров'я і, навпаки, на ризики захворюваності населення. Слід відзначити також водні ресурси, врахування природних ресурсів в будівництві, в плануванні і експлуатації транспортних мереж, туризмі і рекреаційному використанні територій та ін.

Зміни клімату спричиняють зміну кліматично зумовлених природних ресурсів. Це можуть бути в перспективі як сприятливі, так і несприятливі зміни, проте, у будь-якому випадку, в найближчому майбутньому вони спричинять перебудову відповідних соціальних і економічних умов. Для того, щоб пристосуватися до нових природних умов і пом'якшити наслідки змін необхідна перебудова ряду галузей економіки.

Якою б не уявлялась картина цього майбутнього розвитку, розуміння цієї ситуації доводить необхідність вирішення проблеми спостережень, досліджень, аналізу і прогнозу зміни кліматично зумовлених природних ресурсів у зв'язку із змінами клімату.

Її вирішення потребує проведення комплексних досліджень, пов'язаних із залученням спеціалістів різних галузей знань: географічних, сільськогосподарських, біолого-грунтових, медико-біологічних, біофізичних, економічних, соціальних і політологічних. Для того, щоб забезпечити науково-обґрунтовану базу для прийняття адекватних рішень в галузі стійкого розвитку суспільства необхідно розробити механізм управління кліматичними ризиками та визначити їх кількісну оцінку.

Метою виконаного дослідження є оцінка змін клімату, які відбуваються і передбачаються, й оцінка впливу цих змін на галузі економіки України.

Пропонована монографія є результатом продовження досліджень за впливом змін клімату на галузі економіки України і розробки моделювання ризикових ситуацій, яку укладає колективом викладачів і учених Одеського державного екологічного університету, співробітників Українського гідрометеорологічного центру, Селекційно-генетичного інституту - Національного центру насінництва та сортовивчення,

Автори розділів і окремих параграфів: передмова – С.М. Степаненко, А.М. Польовий; розділ 1 – С.М. Степаненко; 1.1, 1.2 – В.М. Хохлов, Н.С. Єрмоленко; 1.3 – І.Г. Семенова; 1.4. – С.М. Степаненко; розділ 2.1–2.3 – І.А. Хоменко; 2.4 – 2.6 – О.В. Волошина; розділ 3 – Г.О. Боровська; розділ 4 – В.Г. Волошин, В.Ю. Куришина; розділ 5 – Г.П. Катеруша, О.В. Катеруша, Т.П. Шаблій; розділ 6 – А.М. Польовий, Л.Ю. Божко, О.В. Шаблій; розділ 7 – А.М. Польовий; 7.1 – В.С. Антоненко, Л.І. Польова; 7.2 – Т.К. Костюкевич,

Н.В. Васалатій, В.Н. Ситов; 7.3– О.Л. Барсукова, Л.Ю. Божко, С.М. Мажура;
7.4 – Т.І. Адаменко; 7.5 – О.Л. Жигайло; 7.6– С.М. Свидерська; 7.7, 7.9 –
О.В. Вольвач; 7.8 – В.В. Колосовська, Н.В. Данілова; 7.10–А.В. Толмачова,
Н.В. Кирнасівська; 7.11–А.В. Круківська, І. П. Ковальчук; розділ 8 –
Н.С. Лобода; післямова – С.М. Степаненко, А.М. Польовий.

Наукове керівництво: С.М. Степаненко, А.М. Польовий.

Підготовка рукопису до друку С.М. Мажура.

Автори висловлюють свою подяку колективам кафедр: метеорології та кліматології, агрометеорології та агроєкології, гідроекології та водних досліджень, колективу науково-дослідної частини за підтримку і допомогу при підготовці рукопису, а також О.Д. Соколенко за редагування рукопису.

35. Струтинська В.М., Гребінь В.В. Термічний та льодовий режим річок басейну Дніпра з другої половини ХХ століття. К.:Ніка-Центр, 2010. 196 с.
36. Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату / За ред. В.В. Васильченко, М.В. Рапцун, І.В. Трофімова. Київ, 1998. 208 с.
37. Хільчевський В.К., Ободовський О.Г., Гребінь В.В. та ін. Загальна гідрологія: підручник. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2008. 399 с.
38. Хільчевський В.К. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра./ Хільчевський В.К., Ромась І.М., Гребінь В.В., Шевчук І.О., Чунар'єв О.В. К.:Ніка-Центр, 2007. 184 с.
39. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 308 с.
40. Шакірманова Ж.Р. Визначення основних факторів весняного водопілля річок лівобережжя Дніпра при довгострокових прогнозах його характеристик // Український гідрометеорологічний журнал, 2013, №.16. С. 99-109.
41. Coastal Lagoons in Europe: Integrated Water Resource Strategies / Ana I. Lillebø, Per Stalnacke, Geoffrey D. Gooch (Eds). London: IWA Publishing, 2015. 256 p.
42. IPCC (2000) Nebojsa Nakicenovic and Rob Swart (Eds.) Special Report In Emissions Scenarios (SRES). - University Press, UK, 2000. 570 p.
43. IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis - Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. - Cambridge University Press, 2007. 996 p.
44. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
45. Krysanova, V., Wechsung, F., SWIM (Soil and Water Integrated model) User Manual, 2000. 239 p.
46. Loboda N. Impact of Climate Change on Water Resources of North-Western Black Sea Region / N. Loboda, Y. Bozhok // International Journal of Research In Earth and Environmental Sciences, 2015. Vol 02. No. 9. P. 1-6.
47. Loboda N.S. The assessment of present and future Ukrainian water resources on meteorological evidence // Climate and Water, 1998. Vol.1.- P. 1486-1494.

ЗМІСТ

	Ст.
Передмова.....	3
1. Проекції змін майбутнього режиму температури повітря та опадів в Україні	6
1.1. Сценарії викидів парникових газів та їх вплив на зміни клімату	6
1.2. Очікуваний розподіл температури і опадів згідно зі сценаріями викидів RCP4.5 та RCP8.5 в Україні протягом 2021-2050 рр.....	9
1.3. Прогностичний розподіл агрометеорологічних посух в Україні у короткостроковій перспективі на 2020-2050 рр.....	22
1.4. Кліматичні ризики. Визначення та оцінка.....	31
2. Вплив кліматичних змін на транспортну та енергетичну системи України.....	51
2.1. Вразливість транспортної системи до погодних умов.....	51
2.2. База даних і загальна методика проведення дослідження.....	53
2.3. Зміна кліматичних ресурсів для транспортної системи за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5.....	63
2.3.1. Температура повітря.....	63
2.3.2. Атмосферні опади	89
2.3.3. Атмосферні явища	99
2.3.4. Середня і максимальна швидкість вітру.....	102
2.3.5. Соціальні та економічні ризики	108
2.4. Траєкторії майбутніх кліматичних змін	117
2.5. Розрахункові величини опалювального періоду	119
2.6. Дослідження динаміки змін енергетичних ресурсів згідно зі сценаріями RCP4.5 та RCP8.5	120
3. Енергетичний потенціал сонячної енергії в Україні	135
3.1. Розвиток альтернативної енергетики як об'єкта державного регулювання.....	136
3.2. Законодавче забезпечення державного регулювання розвитку альтернативної енергетики в Україні.....	141
3.3. Стан, проблеми та перспективи розвитку сонячної енергетики України	146
3.4. Оцінка змін геліоресурсів в Україні в умовах потепління клімату.....	148
3.4.1. Просторово-часовий розподіл середнього бала загальної хмарності	149

3.4.2.	Загальна характеристика тривалості сонячного сьйва	154
3.4.3.	Загальна характеристика радіаційного режиму на території України	159
3.4.4.	Умови ефективного застосування сонячних електроенергетичних систем	162
3.5.	Оцінка вразливості геліоенергетичних ресурсів від екстремальних умов клімату.....	170
4.	Вплив змін клімату на вітроенергетичні ресурси України....	185
4.1.	Вітровий режим України.....	185
4.1.1.	Короткий огляд режиму вітру в Україні за минулий кліматичний період.....	185
4.1.2.	Основи моделювання режиму вітру в зв'язку зі змінами клімату.....	189
4.2.	Результати дослідження змін швидкостей вітру в різних регіонах України у зв'язку з прогнозованими змінами клімату до 2050 р., згідно зі сценаріями RCP4.5 і RCP8.5.....	190
4.2.1.	Зміна вітрового режиму.....	191
4.3.	Визначення ризиків небезпечних гідрометеорологічних явищ.....	209
4.3.1.	Соціальний ризик.....	213
4.3.2.	Економічний ризик.....	217
5.	Вплив очікуваних екстремальних умов клімату на біокліматичний режим України	220
5.1.	Чутливість людини до високих температур повітря	220
5.2.	Сучасні зміни клімату і здоров'я населення.....	224
5.3.	Очікуваний просторово-часовий розподіл жарких днів по території України	231
5.4.	Часові зміни і просторовий розподіл кількості днів з середньою добовою температурою вищою за 25 °С.....	240
5.5.	Оцінка соціально-економічних наслідків кліматичного температурного ризику.....	247
6.	Вплив змін клімату на агрокліматичні ресурси України.....	259
6.1.	Характеристика радіаційних ресурсів.....	259
6.2.	Вплив змін клімату на температурний режим.....	278
6.3.	Вплив змін клімату на режим зволоження.....	287
7.	Вплив зміни клімату на продуктивність сільськогосподарських культур.....	301
7.1.	Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А. М. Польового.....	301
7.1.1.	Концепція моделювання.....	301

7.2.	Вплив зміни клімату на продуктивність озимого жита.....	317
7.2.1.	Агрокліматичні умови вирощування озимого жита при реалізації сценарію RCP4.5.....	317
7.2.2.	Агрокліматичні умови вирощування озимого жита при реалізації сценарію RCP8.5.....	322
7.2.3.	Фотосинтетична продуктивність озимого жита при реалізації сценарію RCP4.5 зміни клімату в Україні.....	326
7.2.4.	Фотосинтетична продуктивність озимого жита при реалізації сценарію RCP8.5 зміни клімату в Україні.....	332
7.2.5.	Оцінка очікуваних ризиків недобору врожаю озимого жита.....	338
7.3.	Оцінка впливу змін клімату на ріст, розвиток і формування врожайності ярого ячменю.....	342
7.4.	Оцінка агрокліматичних умов вирощування кукурудзи за сценарієм RCP4.5 (період 2021-2050 рр.).....	365
7.5.	Оцінка впливу кліматичних змін на ріст, розвиток і формування врожаю соняшнику.....	375
7.5.1.	Оцінка термінів сівби та фаз розвитку соняшнику...	376
7.5.2.	Оцінка агрокліматичних умов вирощування соняшнику.....	377
7.5.3.	Оцінка показників фотосинтетичної діяльності посівів соняшнику.....	382
7.5.4.	Оцінка ризиків недобору врожаю насіння соняшнику в 2021-2050 рр. в Україні.....	390
7.6.	Моделювання впливу зміни клімату на продуктивність картоплі.....	392
7.7.	Оцінка впливу змін клімату на ріст, розвиток і формування врожайності цукрового буряку.....	423
7.7.1.	Агрокліматичні умови вирощування цукрового буряку при реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5.....	423
7.7.2.	Оцінка за допомогою моделі продукційного процесу рослин фотосинтетичної продуктивності та коливання урожайності цукрового буряку при реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5	430
7.7.3.	Оцінка очікуваних ризиків недобору врожаю цукрового буряку при реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5	440
7.8.	Оцінка впливу змін клімату на ріст, розвиток і формування врожайності гороху.....	445
7.8.1.	Оцінка термінів сівби та фаз розвитку гороху.....	446
7.8.2.	Оцінка агрокліматичних умов вирощування гороху.....	447

7.8.3.	Оцінка показників фотосинтетичної діяльності посівів гороху	450
7.9.	Оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування міскантусу та формування його врожайності.....	462
7.9.1.	Міскантус як перспективна енергетична рослина в Україні.....	462
7.9.2.	Ботанічна та біологічна характеристики міскантусу.....	464
7.9.3.	Агрокліматичні умови вирощування та продуктивність міскантусу при реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5	467
7.10.	Оцінка впливу змін клімату і норм зрошення на продуктивність сої	473
7.10.1.	Порівняльна характеристика продуктивності сої в Херсонській області в умовах зміни клімату за розрахунковий період 2011-2030 гг.	474
7.10.2.	Порівняльна характеристика продуктивності сої в Херсонській області в умовах зміни клімату за розрахунковий період 2031-2050 гг.....	477
7.11.	Екологічні ризики сільськогосподарського землекористування в Україні в умовах змін клімату.....	482
8.	Прогноз змін водних ресурсів України XXI сторіччя за сценаріями змін клімату (RCP4.5, RCP8.5) та оцінка ризиків для водного господарства.....	498
8.1.	Огляд сучасних досліджень з питань оцінки водних ресурсів України в умовах змін клімату.....	498
8.2.	Методи досліджень.....	500
8.3.	Оцінка водних ресурсів України XXI сторіччя за сценарієм змін клімату (RCP4.5).....	505
8.4.	Оцінка водних ресурсів України XXI сторіччя за сценарієм змін клімату (RCP8.5)	510
8.5.	Оцінка кліматичних ризиків у водному господарстві.....	512
	Післямова.....	517
	Список літератури.....	522

CONTENTS

	Ст.
Preface.....	3
1. Projections of changes in future conditions of air temperature and precipitation in Ukraine.....	6
1.1. Scenarios of greenhouse gas emissions and their impact on climate change.....	6
1.2. Expected distribution of temperature and precipitation according to the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios in Ukraine for the 2021-2050 period.....	9
1.3. Predicted distribution of agrometeorological droughts in Ukraine in the short term for the 2021-2050 period.....	22
1.4. Climatic risks. Definition and assessment.....	31
2. Impact of climate change on transport and energy systems of Ukraine.....	51
2.1. Vulnerability of transport system to weather conditions.....	51
2.2. Database and analysis techniques.....	53
2.3. Change in climate resources for transport system according to the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios	63
2.3.1. Air temperature.....	63
2.3.2. Atmospheric precipitation.....	89
2.3.3. Severe weather.....	99
2.3.4. Mean and maximum wind speed.....	102
2.3.5. Economic and social risks.....	108
2.4. Future pathways of climate change.....	117
2.5. Characteristics of heating season.....	119
2.6. Research of dynamics of changes in energy resources according to the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios.....	120
3. Energetic potential of solar energy in Ukraine.....	135
3.1. Development of alternative energy as object of government regulation.....	136
3.2. Legislative support for state regulation of development of alternative energy in Ukraine.....	141
3.3. State, problems and prospects in development of solar energy in Ukraine.....	146
3.4. Assessment of changes in solar energy resources in Ukraine in conditions of global warming.....	148
3.4.1. Spatial and temporal distribution of average total cloud cover.....	149
3.4.2. General description of sunshine duration.....	154
3.4.3. General description of radiation regime on the territory of Ukraine.....	159

3.4.4. Conditions for effective application of solar electric system.....	162
3.5. Assessment of Extreme Weather Vulnerability of solar energy resources.....	170
4. Impact of climate change on wind resources of Ukraine	185
4.1. Wind regime of Ukraine.....	185
4.1.1. Brief review of wind regime in Ukraine for last climate period.....	185
4.1.2. Fundamentals of modelling of wind regime in connection with the climate change.....	189
4.2. Results of the study of changes in wind velocity in various regions of Ukraine in connection with predicted climate change until 2050 under the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios....	190
4.2.1. Changes in wind regime.....	191
4.3. Determination of risks of severe weather.....	209
4.3.1. Social risks.....	213
4.3.2. Economic risks.....	217
5. Impact of expected extreme climate conditions Вплив очікуваних екстремальних умов клімату на біокліматичний режим України	220
5.1. Human vulnerability to high air temperatures.....	220
5.2. Modern climate change and public health.....	224
5.3. Expected spatial and temporal distribution of hot days for the territory of Ukraine.....	231
5.4. Temporal changes and spatial distribution of number of day with daily mean temperature above 25 °C.....	240
5.5. Assessment of socio-economic consequences of climatic temperature risks.....	247
6. Impact of climate changes on agro-climate resources of Ukraine	259
6.1. Description of radiation resources.....	259
6.2. Impact of climate change on temperature regime.....	278
6.3. Impact of climate change on wetting regime.....	287
7. Impact of climate change on crop productivity.....	301
7.1. Basic model of assessment of agro-climate resources of forming of crop productivity, created by A.M. Poliovy.....	301
7.1.1. Modelling conception.....	301
7.2. Impact of climate change on productivity in winter rye.....	317
7.2.1. Agro-climate conditions of growth of winter rye under the RCP4.5 scenario.....	317
7.2.2. Agro-climate conditions of growth of winter rye under the RCP8.5 scenario.....	322
7.2.3. Photosynthetic of productivity in winter rye under the RCP4.5 scenario in Ukraine.....	326

	7.2.4. Photosynthetic productivity of winter rye under the RCP8.5 scenario in Ukraine.....	332
	7.2.5. Assessment of expected risks of shortage of winter rye yield.....	338
7.3.	Impact of climate change on growth, development and forming of spring barley yield.....	342
7.4.	Assessment of agro-climate conditions of growth of maize under the RCP4.5 scenario in the 2021-2050 period.....	365
7.5.	Assessment of impact of climate change on growth, development and forming of sunflower yield.....	375
	7.5.1. Assessment of date for seeding and phases of development of sunflower.....	376
	7.5.2. Assessment of agro-climate conditions of growth of sunflower.....	377
	7.5.3. Assessment of indicators of photosynthetic activity of sunflower crops.....	382
	7.5.4. Assessment of expected risks of shortage of yield of sunflower seeds in the period of 2021-2050 in Ukraine.....	390
7.6.	Modelling of impact of climate change on productivity in potatoes.....	392
7.7.	Assessment of impact of climate change on growth, development and forming of sugar beet yield.....	423
	7.7.1. Agro-climate conditions of growth of sugar beet under the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios	423
	7.7.2. Assessment of photosynthetic productivity and yield fluctuation of sugar beet under the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios by means of the plant productional process model	430
	7.7.3. Assessment of expected risks of shortage of yield of sugar beet under the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios.....	440
7.8.	Assessment of impact of climate change on growth, development and forming of pea yield.....	445
	7.8.1. Assessment of date for seeding and phases of development of pea.....	446
	7.8.2. Assessment of agro-climate conditions of growth of pea.....	447
	7.8.3. Assessment of indicators of photosynthetic activity of pea crops.....	450
7.9.	Assessment of climate change on agro-climate conditions of growth of silver grass and forming of its yield.....	462
	7.9.1. Silvergrass as promising energetic plant in Ukraine.....	462
	7.9.2. Botanical and biological description of silvergrass.....	464
	7.9.3. Agro-climate conditions of growth and productivity of silvergrass under and the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios...	467

7.10.	Assessment of impact of climate change and irrigation norms on productivity of soybean.....	473
7.10.1.	Comparative characteristic of productivity of soybean under A1B scenario in the period of 2011-2030.	474
7.10.2.	Comparative characteristic of productivity of soybean under A1B scenario in the period of 2031-2050.....	477
7.11.	Ecological risks of agricultural land use in Ukraine under climate change conditions.....	482
8.	Prediction of change in water resources of Ukraine throughout the 21st century under the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios and assessment of risks for water management.....	498
8.1.	Overview of modern research on assessment of water resources in Ukraine under climate change conditions.....	498
8.2.	Analysis techniques	500
8.3.	Assessment of water resources of Ukraine throughout the 21 st century under the RCP4.5 scenario.....	505
8.4.	Assessment of water resources of Ukraine throughout the 21 st century under the RCP8.5 scenario.....	510
8.5.	Assessment of climatic risks in water management.....	512
	Afterword.....	517
	References.....	522

Наукове видання

КЛІМАТИЧНІ РИЗИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЛУЗЕЙ ЕКОНОМІКИ
УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Монографія

За редакцією
С. М. Степаненка А. М. Польового

Надруковано в авторській редакції
з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет

65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15

Підписано до друку 21.12.2018 р. Формат 60x84/16
Папір офсетний. Ум. др. арк. 31,85
Тираж 100 прим. Зам. № 33
Видавництво та друкарня «ТЕС»
(Свідоцтво ДК№ 771) Одеса, вул.Канатна 81/2
Тел.:(0482)42-90-98, (0482)42-89-72