



**Розробник: Шевченко Ольга Григорівна, кандидат географічних наук, доцент кафедри метеорології та кліматології,**

Робоча програма дисципліни «Моделювання атмосферних процесів в урбанізованому середовищі» затверджена на засіданні кафедри метеорології та кліматології

Протокол № 1 від «6» 09 20 17.

Завідувач кафедри метеорології та кліматології  (Сніжко С.І.)  
(підпис)

Схвалено науково - методичною комісією географічного факультету

Протокол від «11» вересня 20 17 року № 5

Голова науково-методичної комісії  (Запотоцький С.П.)  
(підпис) (ПІБ)

1. **Мета дисципліни** - сформувати у аспірантів уявлення про особливості моделювання атмосферних процесів в урбанізованому середовищі та можливості застосовуватися різних моделей для вирішення урбометеорологічних задач.

2. **Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни.** Здобувач повинен:

**1.Знати** базові закони загальної фізики, математики; основні закони та закономірності, що описують фізичні процеси в нижньому шарі атмосфери; особливості формування мікрокліматичних особливостей; основні закономірності формування острова тепла та поля вітру в межах урбанізованого середовища.

**2.Вміти** користуватися стандартними комп'ютерними програмами, розраховувати радіаційний баланс земної поверхні для окремих ділянок великого міста, інтенсивність острова тепла, середню радіаційну температуру.

### **3. Анотація навчальної дисципліни**

Дисципліна «Моделювання атмосферних процесів в урбанізованому середовищі» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. В даній дисципліні значна увага приділяється вивченню структури міської атмосфери та основних дескрипторів геометрії міської забудови, що є дуже важливими для успішного моделювання атмосферних процесів в урбанізованому середовищі. В курсі розглянуті найпоширеніші моделі, що можуть застосовуватися для моделювання атмосферних процесів в межах урбанізованого середовища. Вивчаються можливості програмних продуктів «SkyHelios», «SOLWEIG», «RayMan», що дають змогу оперативно вирішувати окремі урбометеорологічні задачі, а також детально вивчається тривимірна модель «ENVI-met», що на сьогоднішній день є однією з найбільш вживаних для моделювання атмосферних процесів урбанізованого середовища, та широко використовується не лише для вирішення наукових задач, але й на практиці при проектуванні забудови та розробці заходів адаптації до спеки.

### **4. Завдання (навчальні цілі)**

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (третій (освітньо - науковий) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 103 «Науки про Землю» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей):

#### ***Інтегральні компетентності***

1. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфери Наук про Землю, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

#### ***Загальні компетентності:***

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

2. Здатність до пошуку, оброблення на аналізу інформації з різних джерел

3. Здатність розробляти та управляти науковими проектами

**Фахові компетентності спеціальності:**

1. Здатність формулювати наукову проблему, розробляти робочі гіпотези, визначати актуальність, мету, завдання, які необхідно вирішувати для досягнення мети; оцінювати необхідні ресурси та час для реалізації, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики (ФК-1).

2. Здатність до встановлення гідрологічних, кліматичних передумов застосування конкретних методів гідрометеорологічних досліджень, вибору раціональної методики польових і лабораторних робіт та оцінки необхідної точності вимірювань і кінцевих побудов, що необхідно підтвердити на прикладі власного дослідження (ФК-2).

3. Вміння створювати гідрологічні та метеорологічні, кліматичні моделі географічних об'єктів і процесів в просторово-часових координатах; визначати закономірності формування та розподілу водних ресурсів, метеорологічних і кліматичних умов в географічних об'єктах різного масштабу та генезису; реконструювати та прогнозувати гідрологічний режим водних об'єктів, зміни клімату та метеорологічні процеси. (ФК-4).

4. Вміння будувати систему експериментальних досліджень для практичного підтвердження теоретичних допущень та реалізувати її у вигляді технологічного процесу. (ФК-5).

5. Знання і дотримання норм наукової етики і академічної доброчесності (ФК- 6).

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. Комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1.	Знати фізичні основи моделювання атмосферних процесів урбанізованого середовища	Лекція, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	7 %
1.2.	Знати особливості застосування моделей «SkyHelios», «SOLWEIG», «RayMan» для вирішення урбометеорологічних задач	Лекція, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	7 %
1.3.	Знати переваги та недоліки CFD-моделей	Лекція, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	7 %
1.4.	Знати особливості підготовки вхідної інформації для CFD -	Лекція, самостійна	тест, бліц-опитування,	7 %

	моделей	робота	презентація	
1.5.	Знати можливості та особливості застосування моделі «ENVI-Met»	Лекція, практична робота, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	7 %
1.6.	Основні підходи до моделювання рівня забруднення атмосферного повітря у великому місті	Лекція, практична робота, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	7 %
2.1	Вміти застосовувати моделі для розрахунку потоків випромінювання в міському середовищі	Лекція, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	8 %
2.2	Вміти використовувати тривимірну модель клімату «ENVI-met» для вирішення урбометеорологічних задач	Лекція, практична робота, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	8 %
2.3	Вміти спілкуватись з фахівцями та експертами різного рівня інших галузей знань, у тому числі в міжнародному контексті. В глобальному інформаційному середовищі	Лекція, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	8 %
2.4	Вміти застосовувати урбометеорологічні моделі для розробки заходів адаптації міст до зміни клімату	Лекція, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	8 %
3.3	Формувати тексти, робити презентації та повідомлення для професійної аудиторії та широкого загалу з дотриманням професійної сумлінності та унеможливлення плагіату	Лекція, самостійна робота	тест, бліц-опитування, презентація	10 %
4.1	Демонструвати здатність до адаптації та дії в новій ситуації, пов'язаній з роботою за фахом, вміння генерувати нові ідеї в області наук про Землю	Лекція, самостійна робота	опитування, дискурс, екзамен	16 %

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	3.3	4.1
<b>Програмні результати навчання</b>												
Мати знання з питань організації і форм здійснення в сучасних умовах наукового та		+	+		+		+			+	+	+

навчального процесів, їхнього наукового, навчально-методичного та нормативного забезпечення												
Формулювати з нових дослідницьких позицій робочі гіпотези досліджуваної проблеми та загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення для розвитку інших галузей науки.		+	+		+		+			+	+	+
Ініціювати, організовувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	+	+			+				+		+	+
Обґрунтовувати необхідність і обсяги експериментальних досліджень; працювати на сучасному обладнанні, обробляти результати експериментів; аналізувати, систематизувати та узагальнювати результати проведених експериментів і досліджень; робити висновки на основі одержаних досліджень		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Проводити опрацювання наукових та інформаційних джерел при підготовці занять, застосування активних методик викладання професійно-орієнтованих дисциплін відповідного фахового напрямку та дисциплін фундаментального циклу	+	+	+	+	+	+						
Вміти професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах,									+		+	+

практичне використання іноземної мови (в першу чергу - англійської) у науковій, інноваційній діяльності та педагогічній діяльності.												
Діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо і на основі етичних міркувань (мотивів).									+		+	+

## 7. Схема формування оцінки

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою. Максимальна оцінка становить 100 балів, 60 із яких аспірант може набрати в ході семестрового контролю і 40 балів на іспиті.

**7.1. Форми оцінювання:** Семестрову кількість балів формують бали, отримані аспірантом у процесі засвоєння матеріалу з усіх тем та виконання індивідуальних завдань.

	ЗМ 1		ЗМ 2	
	Min – 18 балів	Max – 30 балів	Min – 18 балів	Max – 30 балів
Доповнення	«0.5»×5=2.5*	«0.8»×5=4*	«0.5»×5=2.5	«0.8»×5=4
Оцінювання завдань для самостійної роботи (дослідницько-аналітична робота)	0.75×8=6	1.25×8=10	0.75×8=6	1.25×8=10
Проміжний контроль знань (бліц-опитування, тести)	0.5×8=4	0.75×8=6	0.5×8=4	0.75×8=6
Модульна контрольна робота	5.5×1=5.5	10×1=10	5.5×1=5.5	10×1=10
«0.5»/ «0.8» - мінімальні/максимальна оцінка, яку може отримати аспірант ×5- мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань =2.5*/4* - сумарна кількість балів, яку може отримати аспірант				

Підсумкове оцінювання у формі екзамену: максимальна кількість балів на екзамені 40 балів, мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали (60% максимальної кількості балів, відведених на екзамен).

До складання іспиту з дисципліни допускаються аспіранти, які впродовж семестру набрали не менш як 36 балів (60% максимальної кількості балів, відведених на семестровий контроль).

Для аспірантів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 36 балів для складання іспиту

потрібно повторно пройти поточний контроль знань (наприклад, у вигляді тестування) в установленому порядку.

При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовний модуль 1	Змістовний модуль 2	іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	18	18	24	60
Максимум	30	30	40	99

## 7.2. Організація оцінювання

Оцінювання здійснюється впродовж семестру, включаючи самостійну роботу та виконання індивідуальних завдань.

## 7.3. Шкала відповідності оцінок за 100-бальною шкалою

Оцінка за національною шкалою / National grade	
Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ

№ п/п	Тема	Кількість годин		
		Лекції	Практична робота	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1. Особливості моделювання атмосферних процесів в урбанізованому середовищі</b>				
1	Предмет, цілі і завдання курсу. Сучасний стан теорії і практики методів моделювання атмосферних процесів урбанізованого середовища. Особливості структури граничного шару атмосфери урбанізованого середовища	2		6
2	Моделі для розрахунку потоків випромінювання в міському середовищі («Solweig», «RayMan», «ANSYS Fluent», ін.)			6
3	Мезометеорологічні процеси. Фізика їх розвитку. Приклади мезометеорологічних явищ в нижньому шарі атмосфери	2		6



4	Модель «SkyHelios» та особливості її застосування для вирішення урбометеорологічних задач			6
5	Фізичні основи моделювання атмосферних процесів урбанізованого середовища	2		6
6	Особливості застосування моделей «Urbclim» та «COSMO-CLM» для вирішення урбометеорологічних задач			6
7	Основні підходи до моделювання рівня забруднення атмосферного повітря у великому місті		2	6
8	CFD-моделі, їх фізичне підґрунтя, переваги та недоліки при моделюванні атмосферних процесів в урбанізованому середовищі	2		6
9	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	2		
<b>Змістовий модуль 2. Тривимірна модель клімату «ENVI-met»</b>				
10	Тривимірна модель клімату «ENVI-met»	2		
11	Еволюція моделі «ENVI-Met»			6
12	Особливості застосування моделі «ENVI-Met» з метою підбору оптимальних заходів адаптації міст до проявів зміни клімату			6
13	«Суб-моделі» в «ENVI-Met», для розрахунків температури будівель, рослинності, кількості вологи, що випаровується з поверхонь, та ін. показників, які впливають на тепловий баланс території	2		6
14	Приклади застосування моделі «ENVI-Met» для міст, що розташовані в тропічному клімату			6
15	Створення вхідних файлів та особливості роботи з моделлю «ENVI-Met»		2	
16	Приклади застосування моделі «ENVI-Met» для міст, що розташовані в помірному клімату. Приклади застосування моделі «ENVI-Met» для міст, що розташовані у високих широтах			6
17	Моделювання мікроклімату урбанізованого середовища з використанням моделі «ENVI-Met»	2		6
18	Моделювання біоклімату урбанізованого середовища з використанням моделі «ENVI-Met»			6
19	Моделювання рівня забруднення атмосферного повітря урбанізованого середовища з використанням моделі «ENVI-Met»			6

20	Модульна контрольна робота 2	2		
<b>Всього годин</b>		<b>18</b>	<b>4</b>	<b>96</b>

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – 18 год.

Практичні заняття - 4 год.

Консультації - 2 год.

Самостійна робота - 96 год.

### Рекомендовані джерела:

#### Основні:

1. Матвиенко М. О., Шевченко О. Г. Моделирование микроклимата города с помощью программы «ENVI-MET» с целью повышения комфортности проживания населения. *Наука и образование – 2017: материалы XII междунар. научн. конф. студентов и молодых ученых* (Астана, 14 апр. 2017 г.), Астана, 2017. С. 6358 – 6361.

2. Матвієнко М.О., Шевченко О.Г., Сніжко С.І. Можливості моделювання мікроклімату урбанізованого середовища з використанням програми «Envi-Met» // *Матеріали міжнародної наукової конференції «Від географії до географічного українознавства: еволюція освітньо-наукових ідей та пошуків* (11–13 жовтня 2016 р., м.Чернівці). – с. 164–165.

3. Шевченко О.Г., Сніжко С.І. Урбометеорологічні та біометеорологічні дослідження з використанням сучасних технологій (на прикладі м. Києва) // *Тези доповідей Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду/Одеськ.держ.екол-ний ун-т.* – Одеса: ТЕС, 2017. – 316 с. (22-23 березня 2017) С. 291–292

4. Ali-Toudert, F., & Mayer, H. Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment*, 2006 Vol. 41 (2), 94–108 pp. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2005.01.013>.

5. Allegrini J., Dorer V., Carmeliet J. Influence of morphologies on the microclimate in urban neighbourhoods. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 2015 Vol. 144, 108–117 pp. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2015.03.024>.

6. Bruse M., Fleer H. Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. *Environmental Modelling and Software*, 1998 Vol. 13(3–4), 373–384 pp. [https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(98\)00042-5](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(98)00042-5).

7. Carfan A. C., Galvani E., Nery J. T. Study of thermal comfort in the city of São Paulo using ENVI-met model. *Investigaciones Geograficas*, 2010 Vol. 78, 34–47 pp.

8. Eichhorn J. Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Stadtklima-Modells: Dissertation Dr der Naturwissenschaften: 16.02.1989.-M., -145p.

9. Eichhorn J., Kniffka A. The numerical flow model MISKAM: State of development and evaluation of the basic version. *Meteorologische Zeitschrift*, 2010 Vol. 19 (1), 81–90 pp. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2010/0425>.

10. ENVI-met Model Architecture // ENVI-met A holistic microclimate model URL: <https://www.envi-met.com>.

11. ENVI-met V4 Preview. Carolina dos Santos Gusson Paula Shinzato. URL: <https://docplayer.com.br/37995271-Envi-met-v4-preview-carolina-dos-santos-gusson-paula-shinzato.html>.

12. Fahmy M., Sharples S. On the development of an urban passive thermal comfort system in Cairo, Egypt. *Building and Environment*, 2009 Vol. 44 (9), 1907–1916 pp. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.01.010>.
13. Fatnassi H., Poncet C., Bazzano M. M., Brun R., Bertin N. A numerical simulation of the photovoltaic greenhouse microclimate. *Solar Energy*, 2015 Vol. 120, 575–584 pp. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.07.019>.
14. Forouzandeh A. Numerical modeling validation for the microclimate thermal condition of semi-closed courtyard spaces between buildings. *Sustainable Cities and Society*, 2018 Vol. 36, 327–345 pp. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.07.025>.
15. Ghaffarianhoseini A., Berardi U., Ghaffarianhoseini A. Thermal performance characteristics of unshaded courtyards in hot and humid climates. *Building and Environment*, 2015 Vol. 87, 154–168pp. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.001>.
16. Gromke C., Blocken B., Janssen W., Merema B., van Hooff T., Timmermans H. CFD analysis of transpirational cooling by vegetation: Case study for specific meteorological conditions during a heat wave in Arnhem, Netherlands. *Building and Environment*, 2015 Vol. 83, 11–26 pp. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.04.022>.
17. Gusson C. S., Duarte D. H. S. Effects of Built Density and Urban Morphology on Urban Microclimate - Calibration of the Model ENVI-met V4 for the Subtropical Sao Paulo, Brazil. *Procedia Engineering*, 2016 Vol. 169, 2–10 pp. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2016.10.001>.
18. Huttner S. Further development and application of the 3D micro climate simulation ENVI-met: Dissertation Dr der Naturwissenschaften: 26.04.2012.-M., -147p.
19. Ketterer C., Matzarakis A. Human-biometeorological assessment of heat stress reduction by replanning measures in Stuttgart, Germany. *Landscape and Urban Planning*, 2014 Vol. 122, 78–88 pp. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.11.003>.
20. Ketterer C., Matzarakis A. Comparison of different methods for the assessment of the urban heat island in Stuttgart, Germany. *International Journal of Biometeorology*, 2015 Vol. 59 (9), 1299–1309 pp. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0940-3>.
21. SOLWEIG 1D User Manual-Version 2014. URL: <http://www.mathworks.se/products/compiler/mcr/>
22. Lindberg F., Holmer B., Thorsson S. SOLWEIG 1.0 - Modelling spatial variations of 3D radiant fluxes and mean radiant temperature in complex urban settings. *International Journal of Biometeorology*, 2008 Vol. 52 (7), 697–713 pp. <https://doi.org/10.1007/s00484-008-0162-7>.
23. Ng E., Chen L., Wang Y., Yuan C. A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong. *Building and Environment*, 2012 Vol. 47 (1), 256–271 pp. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.014>.
24. Paas B., Schneider C. A comparison of model performance between ENVI-met and Austal 2000 for particulate matter. *Atmospheric Environment*, 2016 Vol. 145, 392–404 pp. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.09.031>.
25. Qaid A., Ossen D. R. Effect of asymmetrical street aspect ratios on microclimates in hot, humid regions. *International Journal of Biometeorology*, 2015 Vol. 59 (6), 657–677 pp. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0878-5>.
26. Santiago J. L., Krayenhoff E. S., Martilli A. Flow simulations for simplified urban configurations with microscale distributions of surface thermal forcing. *Urban Climate*, 2014 Vol. 9, 115–133 pp. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2014.07.008>.
27. Shevchenko O., Snizhko S., Matviienko M. Simulation of the thermal comfort conditions of urban areas: a case study in Kyiv // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»* 2019. – Вип. 51, №2. – С. 76–89.
28. Taleghani, M., Sailor, D., & Ban-Weiss, G. A. (2016). Micrometeorological simulations to predict the impacts of heat mitigation strategies on pedestrian thermal comfort in a

Los Angeles neighborhood. *Environmental Research Letters*, 2016 Vol. 11 (2). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/2/024003>.

29. Tan Z., Lau K. K. L., Ng E. Planning strategies for roadside tree planting and outdoor comfort enhancement in subtropical high-density urban areas. *Building and Environment*, 2017 Vol. 120, 93–109 pp. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.017>.

30. Tsoka S., Tsikaloudaki A., Theodosiou T. Analyzing the ENVI-met microclimate model's performance and assessing cool materials and urban vegetation applications—A review. *Sustainable Cities and Society*, 2018 Vol. 43, 55–76 pp. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.08.009>.

31. Wania A., Bruse M., Blond N., Weber C. Analysing the influence of different street vegetation on traffic-induced particle dispersion using microscale simulations. *Journal of Environmental Management*, 2012 Vol. 94(1), 91–101. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.036>.

32. Yang X., Zhao L., Bruse M., Meng Q. Evaluation of a microclimate model for predicting the thermal behavior of different ground surfaces. *Building and Environment*, 2013 Vol. 60, 93–104 pp. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.11.008>.

#### ***Додаткові:***

33. Acero J. A., Herranz-Pascual K. A comparison of thermal comfort conditions in four urban spaces by means of measurements and modelling techniques. *Building and Environment*, 2015 Vol. 93 (P2), 245–257 pp. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.06.028>.

Al-Hafith O., Satish B. K., Bradbury S., Wilde P. De. Simulation of courtyard spaces in a desert climate. *Energy Procedia*, 2017 Vol. 142, 1997–2002 pp. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.401>.

34. Chow W. T. L., Brazel A. J. Assessing xeriscaping as a sustainable heat island mitigation approach for a desert city. *Building and Environment*, 2012 Vol. 47 (1), 170–181 pp. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.027>.

35. Duarte D. H. S., Shinzato P., Gusson C. dos S., Alves, C. A. The impact of vegetation on urban microclimate to counterbalance built density in a subtropical changing climate. *Urban Climate*, 2015 Vol. 14, 224–239 pp. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.09.006>.

36. Emmanuel R., Johansson E. Influence of urban morphology and sea breeze on hot humid microclimate: the case of Colombo, Sri Lanka. *Climate Research*, 2006 Vol. 30, 189–200 pp. <https://doi.org/10.3354/cr030189>.

37. Früh B., Becker P., Deutschländer T., Hessel J.-D., Kossmann M., Mieskes I., Wienert U. Estimation of Climate-Change Impacts on the Urban Heat Load Using an Urban Climate Model and Regional Climate Projections. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 2011 Vol. 50 (1), 167–184 pp. <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2377.1>.

38. Jänicke B., Meier F., Hoelscher M. T., Scherer D. Evaluating the effects of façade greening on human bioclimate in a complex Urban environment. *Advances in Meteorology*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/747259>.

39. Nasrollahi N., Hatami M., Khastar S. R., Taleghani M. Numerical evaluation of thermal comfort in traditional courtyards to develop new microclimate design in a hot and dry climate. *Sustainable Cities and Society*, 2017 Vol. 35, 449–467 pp. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.08.017>.

40. Noro M., Lazzarin R. Urban heat island in Padua, Italy: Simulation analysis and mitigation strategies. *Urban Climate*, 2015 Vol. 14, 187–196. <https://doi.org/10.1016/J.UCLIM.2015.04.004>.

41. Samaali M., Courault D., Bruse M., Oliosio A., Occelli R. Analysis of a 3D boundary layer model at local scale: Validation on soybean surface radiative measurements. *Atmospheric Research*, 2007 Vol. 85 (2), 183–198 pp. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2006.12.005>.

42. Skelhorn C., Lindley S., Levermore G. The impact of vegetation types on air and surface temperatures in a temperate city: A fine scale assessment in Manchester, UK. *Landscape and Urban Planning*, 2014 Vol. 121, 129–140 pp. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2013.09.012>.
43. Song B., Park K. Contribution of greening and high-albedo coatings to improvements in the thermal environment in complex urban areas. *Advances in Meteorology*, 2015, 12–21 pp. <https://doi.org/10.1155/2015/792172>.
44. Wang Y., Berardi U., Akbari H. Comparing the effects of urban heat island mitigation strategies for Toronto, Canada. *Energy and Buildings*, 2016 Vol. 114, 2–19 pp. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.046>.