

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Моделювання та прогнозування стану довкілля
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра екології та природозахисних технологій
<b>Розробник(и)</b>	Батальцев Євген Володимирович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	16 тижнів протягом 5-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг дисципліни становить 5,0 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 64 години становить контактна робота з викладачем (32 години лекцій, 32 години практичних занять), 86 годин становить самостійна робота.
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Екологія та охорона навколишнього середовища"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Необхідні знання з фізики, вищої математики, інформатики і системології, методів вимірювання параметрів навколишнього середовища
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є досягнення студентами сучасного фундаментального мислення та системи спеціальних знань у галузі теорії і методики моделювання та прогнозування екологічного стану навколишнього середовища.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

### Тема 1 Введення в наукові основи екологічного моделювання

Об'єкти навколишнього середовища, спостереження за ними та загальні підходи до моделювання їх стану. Джерела інформації для моделювання та прогнозування стану довкілля. Визначення поняття екологічного моделювання. Об'єкт моделювання, призначення, мета. Субстаціональні, структурні, функціональні моделі. Детерміновані та стохастичні моделі. Загальна схема моделювання об'єкта. Моделювання в екології. Характерні властивості систем. Взаємодія елементів системи. Динамічна система. Екологічна система. Системний аналіз та екологічний аналіз екосистем. Форми подання моделей. Специфіка моделей живих компонентів довкілля. Принципи моделювання об'єктів навколишнього середовища. Переваги модельного підходу.

### Тема 2 Науково-теоретичні основи моделювання наукових досліджень

Концептуальні принципи прогностичного моделювання еколого-економічних систем. Прогностичне моделювання еколого-економічних систем. Методологічні принципи екологічного моделювання. Концептуальні принципи прогностичного моделювання еколого-економічних систем. Прогностичне моделювання еколого-економічних систем. Концептуальні принципи моделювання екологічних систем.

### Тема 3 Науково-теоретичні основи екологічного моделювання стану атмосферного повітря

Моделювання розповсюдження домішок в зоні активного забруднення.

### Тема 4 Теоретичні основи математичного моделювання екологічного стану атмосферного повітря

Локальні моделі поширення забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Моделі факторів впливу на формування рівня забруднення атмосферного повітря. Умови, які впливають на розповсюдження домішок у зоні джерела викидів в атмосферне повітря. Моделювання дальності розповсюдження домішок. Забруднення атмосфери як предмет моделювання та прогнозування. Основні джерела забруднення атмосфери. Фактори, що впливають на поширення забруднювачів. Модель поширення домішок в атмосфері на основі рівняння переносу і дифузії.

### Тема 5 Моделювання динаміки стану (екологічного навантаження) повітряного басейну

Трансграничне перенесення. Прогностичне моделювання динаміки стану (екологічного навантаження) повітряного басейну. Моделювання допустимого обсягу маси викиду забруднюючих речовин в атмосферу та моделювальний аналіз процесів.

### Тема 6 Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

Параметри джерел, параметри викидів пилогазоповітряної суміші, умови виходу суміші з отвору джерела, характеристика зовнішнього середовища в зоні викиду. Моделювання допустимого обсягу маси викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря та моделювальний аналіз процесів.

### Тема 7 Моделювання факторів впливу на забруднення атмосферного повітря

Вплив географічного місця розташування джерела викиду на формування рівня забруднення атмосферного повітря. Ефект температурної стратифікації. Вплив метеокліматичних умов, параметрів джерела викидів, параметрів пилогазоповітряної суміші викиду, параметрів виходу факела з отвору труби та рельєфу місцевості на забруднення атмосферного повітря.

<p>Тема 8 Моделі забруднення приземного шару атмосферного повітря</p> <p>Математично-графічне представлення моделі концентрації максимального рівня забруднення, моделі небезпечної відстані, моделі небезпечної швидкості та графічної моделі залежності концентрації домішок в атмосфері від факторів впливу. Екологічні моделі прогнозування стану та якості повітряного басейну.</p>
<p>Тема 9 Науково-теоретичні основи екологічного моделювання стану водного середовища</p> <p>Моделювання процесу розповсюдження домішок у воді. Моделювання рівня вмісту домішок у воді. Прогностичне моделювання процесів трансформації домішок у воді. Фактори, що впливають на перемішування та розбавлення стічних вод у воді водойми. Особливості водних екосистем і фактори, що на них впливають. Загальні принципи та підходи до моделювання абіотичних процесів у водоймах. Моделювання процесу поширення забруднювачів у воді. Модель самоочищення води. Моделі динаміки біологічного споживання та розчинення кисню. Модель озерної екосистеми. Моделювання процесу нітрифікації. Моделювання процесу розповсюдження домішок у воді. Моделювання рівня вмісту домішок у воді. Перемішування стічних вод з водою водойми. Фактори, що впливають на перемішування та розбавлення стічних вод у воді водойми.</p>
<p>Тема 10 Основні положення екологічної оцінки стану поверхневих вод</p> <p>Загальні положення екологічної оцінки стану поверхневих вод. Основи поширення поллютантів у воді поверхневого водного об'єкта. Показники просторового розподілу зони забруднення у водоймі. Екологічне нормування стану водойми. Допустимий склад стічних вод. Оцінка екологічного стану поверхневого водного об'єкта. Оцінка та рангування небезпеки забруднення поверхневих вод.</p>
<p>Тема 11 Моделювання просторового розподілу зони забруднення у водоймі</p> <p>Перемішування стічних вод з водою водойми. Розбавлення стічних вод водою водойми. Період повного обміну води у водоймі. Фактори, що впливають на перемішування та розбавлення стічних вод у воді водойми. Коефіцієнт турбулентної дифузії. Моделі розрахунку концентрації поллютантів у воді. Екологічне навантаження на водне середовище. Екологічне навантаження на водне середовище. Біохімічна трансформація забруднювальних речовин у воді. Осадження зважених забруднювальних речовин у воді водойм.</p>
<p>Тема 12 Моделювання міграції забруднювальних речовин у ґрунтовому та рослинному покриві</p> <p>Моделювання процесу поглинання важких металів. Основні характеристики ґрунту, які обумовлюють поглинання важких металів. Моделювання впливу осолонцювання і засолення ґрунту на розвиток рослин. Моделювання виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь. Дифузія в ґрунті та донних відкладеннях.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Визначати об'єкт та вибирати методику моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища, оцінювати екологічні проблеми та визначати шляхи їх вирішення
-----	---

PH2	Здійснювати згідно методики процедуру моделювання та прогнозування стану конкретного локального об'єкту чи окремого компонента навколишнього середовища, використовуючи відповідні програмні засоби
PH3	Здійснювати аналіз результатів моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.  
Для спеціальності 101 Екологія:

ПР9	Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення
ПР10	Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень
ПР11	Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<b>Тема 1. Введення в наукові основи екологічного моделювання</b>	
Лк1	"Модельний підхід до об'єктів довкілля. Критеріальні науково-теоретичні принципи моделювання екосистем та прогнозування безпеки навколишнього середовища. Види моделей та їх характеристика. Структура процесу моделювання" (денна) Об'єкти навколишнього середовища, спостереження за ними та загальні підходи до моделювання їх стану. Джерела інформації для моделювання та прогнозування стану довкілля. Визначення поняття екологічного моделювання. Об'єкт моделювання, призначення, мета. Субстаціональні, структурні, функціональні моделі. Детерміновані та стохастичні моделі. Загальна схема моделювання об'єкта.
Лк2	"Система як об'єкт екологічного моделювання. Системний аналіз екосистем. Сутність процесу моделювання. Основні поняття та визначення" (денна) Моделювання в екології. Характерні властивості систем. Взаємодія елементів системи. Динамічна система. Екологічна система. Системний аналіз та екологічний аналіз екосистем. Форми подання моделей. Специфіка моделей живих компонентів довкілля. Принципи моделювання об'єктів навколишнього середовища. Переваги модельного підходу.
Пр1	"Моделювання екологічних систем: системний екологічний аналіз" (денна) Засвоїти методичні основи процесу моделювання та набути практичних навичок системного аналізу екосистем.
<b>Тема 2. Науково-теоретичні основи моделювання наукових досліджень</b>	

Лк3 "Науково-теоретичні основи математичного апарату екологічного моделювання. Принципи екологічного моделювання. Прогностичне моделювання" (денна)

Концептуальні принципи прогностичного моделювання еколого-економічних систем. Прогностичне моделювання еколого-економічних систем. Методологічні принципи екологічного моделювання. Концептуальні принципи прогностичного моделювання еколого-економічних систем. Прогностичне моделювання еколого-економічних систем. Концептуальні принципи моделювання екологічних систем.

Пр2 "Моделювання як процес дослідження екологічних систем" (денна)

Засвоїти методичні основи процесу моделювання та набути практичних навичок застосування цієї процедури при моделюванні екологічних систем (на прикладі популяції гризунів).

### **Тема 3. Науково-теоретичні основи екологічного моделювання стану атмосферного повітря**

Лк4 "Основи моделювання стану атмосферного повітря" (денна)

Моделювання розповсюдження домішок в зоні активного забруднення.

Пр3 "Моделювання показника утворення маси домішок у димових газах при спалюванні палива" (денна)

Засвоїти методику та набути практичних навичок розрахунку маси домішок при спалюванні палива різного виду в топках котлоагрегатів.

Пр4 "Моделювання екологічного навантаження в зоні техногенних викидів пересувних джерел" (денна)

Засвоїти методичні основи та набути практичних навичок оцінювання техногенного навантаження на екологічний простір в зоні техногенного впливу викидів автотранспорту.

### **Тема 4. Теоретичні основи математичного моделювання екологічного стану атмосферного повітря**

Лк5 "Моделювання рівня вмісту домішок в атмосфері. Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Моделювання та прогнозування забруднення атмосфери в зоні розташування промислових підприємств" (денна)

Локальні моделі поширення забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Моделі факторів впливу на формування рівня забруднення атмосферного повітря. Умови, які впливають на розповсюдження домішок у зоні джерела викидів в атмосферне повітря. Моделювання дальності розповсюдження домішок. Забруднення атмосфери як предмет моделювання та прогнозування. Основні джерела забруднення атмосфери. Фактори, що впливають на поширення забруднювачів. Модель поширення домішок в атмосфері на основі рівняння переносу і дифузії.

Пр5 "Моделювання структури розподілу реципієнтів на території зони екологічного навантаження" (денна)

Засвоїти методичні основи та набути практичних навичок розрахунку і аналізу структури розподілу території зони активного забруднення екологічного простору.

Пр6 "Моделювання надходження забруднювальних речовин на земну поверхню з атмосферного повітря" (денна)

Засвоїти методика та набути практичних навичок оцінювання рівня надходження забруднювальних речовин (домішок) на земну поверхню.

### **Тема 5. Моделювання динаміки стану (екологічного навантаження) повітряного басейну**

Лк6 "Прогностичне моделювання процесів трансформації домішок у повітряному середовищі" (денна)

Трансграничне перенесення. Прогностичне моделювання динаміки стану (екологічного навантаження) повітряного басейну. Моделювання допустимого обсягу маси викиду забруднюючих речовин в атмосферу та моделювальний аналіз процесів.

### **Тема 6. Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі**

Лк7 "Умови, які впливають на розповсюдження домішок у зоні джерела викиду. Моделювання допустимого обсягу маси викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря та моделювальний аналіз процесів" (денна)

Параметри джерел, параметри викидів пилогазоповітряної суміші, умови виходу суміші з отвору джерела, характеристика зовнішнього середовища в зоні викиду. Моделювання допустимого обсягу маси викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря та моделювальний аналіз процесів.

Пр7 "Моделювання стану приземного шару атмосфери населених пунктів у зоні екологічного навантаження" (денна)

Засвоїти методичні основи та набути практичних навичок оцінювання стану приземного шару атмосфери.

Пр8 "Розрахунок розсіювання викидів забруднюючих речовин із застосуванням програмного комплексу ЕОЛ-2000" (денна)

Набути практичних навичок використання програмного комплексу ЕОЛ-2000 для розрахунку розсіювання викидів шкідливих речовин в атмосферному повітрі.

### **Тема 7. Моделювання факторів впливу на забруднення атмосферного повітря**

Лк8 "Моделювання факторів впливу на забруднення атмосферного повітря" (денна)

Вплив географічного місця розташування джерела викиду на формування рівня забруднення атмосферного повітря. Ефект температурної стратифікації. Вплив метеокліматичних умов, параметрів джерела викидів, параметрів пилогазоповітряної суміші викиду, параметрів виходу факела з отвору труби та рельєфу місцевості на забруднення атмосферного повітря.

Пр9 "Моделювання процесу поширення домішок та рівня приземної концентрації домішок в атмосфері в зоні викидів стаціонарного джерела" (денна)

Засвоїти методику та набути практичних навичок розрахунку дальності поширення домішок в атмосфері в зоні викидів стаціонарного джерела. Засвоїти методику та набути практичних навичок розрахунку концентрації домішок в атмосфері у зоні викидів стаціонарного джерела.

#### **Тема 8. Моделі забруднення приземного шару атмосферного повітря**

Лк9 "Моделі концентрації максимального рівня забруднення. Моделі небезпечної відстані. Моделі небезпечної швидкості. Графічні моделі залежності концентрації домішок в атмосфері від факторів впливу" (денна)

Математично-графічне представлення моделі концентрації максимального рівня забруднення, моделі небезпечної відстані, моделі небезпечної швидкості та графічної моделі залежності концентрації домішок в атмосфері від факторів впливу.

Лк10 "Моделювання екологічного стану повітряного середовища" (денна)

Екологічні моделі прогнозування стану та якості повітряного басейну.

Пр10 "Моделювання оцінки стану атмосферного повітря. Дослідження факторів впливу на рівень забруднення атмосфери в зоні викидів стаціонарного джерела" (денна)

Моделювання оцінки стану (екологічного, фізичного, санітарно-гігієнічного) атмосфери населеного пункту в зоні техногенних викидів стаціонарним джерелом. Засвоїти методику та набути практичних навичок моделювання і аналізу факторів впливу на забруднення атмосфери в зоні викидів одиночного точкового стаціонарного джерела.

#### **Тема 9. Науково-теоретичні основи екологічного моделювання стану водного середовища**

Лк11 "Побудова математичних моделей гідроекологічних процесів" (денна)

Моделювання процесу розповсюдження домішок у воді. Моделювання рівня вмісту домішок у воді. Прогностичне моделювання процесів трансформації домішок у воді. Фактори, що впливають на перемішування та розбавлення стічних вод у воді водойми. Особливості водних екосистем і фактори, що на них впливають. Загальні принципи та підходи до моделювання абіотичних процесів у водоймах. Моделювання процесу поширення забруднювачів у воді. Модель самоочищення води. Моделі динаміки біологічного споживання та розчинення кисню. Модель озерної екосистеми. Моделювання процесу нітрифікації.

Пр11 "Моделювання процесу розбавлення стічних вод та дальності поширення поллютантів у воді водного об'єкта у зоні скидів техногенного стаціонарного джерела" (денна)

Засвоїти методику та набути практичних навичок розрахунку і моделювання процесу розбавлення стічних вод у воді водного об'єкта в зоні скидів стаціонарного джерела. Засвоїти методику та набути практичних навичок розрахунку параметрів процесу розповсюдження поллютантів у воді та зони забруднення водного об'єкта.

#### **Тема 10. Основні положення екологічної оцінки стану поверхневих вод**

<p>Лк12 "Основні положення екологічної оцінки стану поверхневих вод" (денна)</p> <p>Загальні поняття оцінки стану поверхневих вод. Основи поширення поллютантів у воді поверхневого водного об'єкта. Показники просторового розподілу зони забруднення у водоймі.</p>
<p>Лк13 "Локальні моделі оцінки екологічного стану та якості поверхневих вод" (денна)</p> <p>Екологічне нормування стану водойми. Допустимий склад стічних вод. Оцінка екологічного стану поверхневого водного об'єкта. Оцінка та рангування небезпеки забруднення поверхневих вод. Модель зваженого агрегатного індексу.</p>
<p>Пр12 "Моделювання розподілення концентрації домішок у воді та показників екологічного навантаження на водний об'єкт у зоні скидів техногенного стаціонарного джерела" (денна)</p> <p>Засвоїти методику та набути практичних навичок розрахунку концентрації поллютантів у водному об'єкті.</p>
<p>Пр13 "Моделювання стану водного середовища в зоні екологічного навантаження" (денна)</p> <p>Засвоїти методичні основи та набути практичних навичок оцінювання стану водного середовища в зоні екологічного навантаження.</p>
<p><b>Тема 11. Моделювання просторового розподілу зони забруднення у водоймі</b></p>
<p>Лк14 "Локальні моделі факторів впливу на поширення поллютантів у воді та моделі екологічного навантаження на водне середовище" (денна)</p> <p>Моделювання процесу розповсюдження домішок у воді. Моделювання рівня вмісту домішок у воді. Перемішування стічних вод з водою водойми. Фактори, що впливають на перемішування та розбавлення стічних вод у воді водойми. Розбавлення стічних вод водою водойми. Моделі коефіцієнта турбулентності дифузії.</p>
<p>Лк15 "Локальні моделі екологічного навантаження на водне середовище" (денна)</p> <p>Моделі розрахунку концентрації поллютантів у воді. Моделювання екологічного навантаження на водне середовище. Абсолютний показник загального навантаження. Показник відносного екологічного навантаження забруднювальною речовиною. Баланс забруднювальних речовин у воді. Біохімічна трансформація забруднювальних речовин у воді.</p>
<p>Пр14 "Моделювання дальності поширення поллютантів у воді та параметрів зони активного забруднення водного об'єкта" (денна)</p> <p>Засвоїти методику та набути практичних навичок розрахунку параметрів процесу поширення поллютантів у воді та зони забруднення водного об'єкта.</p>
<p>Пр15 "Моделювання балансу поллютантів у воді водного об'єкта та динаміки забруднення" (денна)</p> <p>Засвоїти методику та набути практичних навичок розрахунку параметрів балансу поллютантів у воді та динаміки забруднення водного об'єкта</p>



## **Тема 12. Моделювання міграції забруднювальних речовин у ґрунтовому та рослинному покриві**

Лж16 "Моделювання міграції забруднювальних речовин у ґрунтовому та рослинному покриві" (денна)

Моделювання процесу поглинання важких металів. Основні характеристики ґрунту, які обумовлюють поглинання важких металів. Моделювання впливу осолонцювання і засолення ґрунту на розвиток рослин. Моделювання виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь. Дифузія в ґрунті та донних відкладеннях.

Пр16 "Моделювання процесів поглинання і міграції важких металів та їх впливу на рослини" (денна)

Засвоїти методичні основи та набути практичних навичок моделювання процесів поглинання і міграції важких металів та їх впливу на рослини

### 7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до лекцій
НД2	Підготовка до практичних занять
НД3	Електронне навчання у системі МІХ СумДУ
НД4	Формування звіту за результатами виконання практичних завдань
НД5	Виконання індивідуальної розрахунково-графічної роботи

### **8. Методи викладання, навчання**

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Практичні заняття
МН3	Індивідуальна розрахунково-графічна робота

Лекції знайомлять студентів з основними науковими принципами та методичними підходами до моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища, основними закономірностями процесів розповсюдження забруднюючих речовин у окремих компонентах навколишнього природного середовища, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН1). Лекції доповнюються виконаннями практичних робіт, що передбачають застосування вивчених методичних підходів. Під час виконання практичних робіт та підготовки до їх захисту розвиватимуться навички самостійного навчання, швидкого критичного мислення, синтезу та аналітичного мислення (РН2, РН3). Під час виконання розрахунково-графічної роботи студенти навчатимуться логічно і системно мислити, здобудуть навички письмової наукової комунікації та вміння виражати ідеї в письмовому вигляді.

Під час проведення занять студенти отримують навички комунікації, розвивають здатність логічно і системно мислити; навички письмової комунікації, аргументовано висловлювати свої думки. Підготовка до практичних робіт розвиває у студентів навички до синтезу та аналізу інформації, висловлення думок у письмовій та усній формі.

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

### 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Опитування та усні коментарі викладача на лекціях
МФО2	Настанови викладача та опитування в процесі виконання практичних завдань
МФО3	Самокорекція індивідуальної розрахунково-графічної роботи студентами та обговорення етапів її виконання з викладачем
МФО4	Перевірка та оцінювання письмових завдань

### 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Звіт за результатами виконання практичних робіт
МСО2	Виконання індивідуальної розрахунково-графічної роботи
МСО3	Складання комплексного письмового модульного контролю

Контрольні заходи:

5 семестр		100 балів
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		48
	16x3	48
МСО2. Виконання індивідуальної розрахунково-графічної роботи		22
		22
МСО3. Складання комплексного письмового модульного контролю		30
	2x15	30

Контрольні заходи в особливому випадку:

5 семестр		100 балів
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		48
	16x3	48
МСО2. Виконання індивідуальної розрахунково-графічної роботи		22
		22
МСО3. Складання комплексного письмового модульного контролю		30
	2x15	30

Студент, який протягом навчального періоду виконав всі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну, яка відповідає позитивній оцінці, кількість рейтингових балів не менше 60, отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів. Складання заходу підсумкового семестрового контролю з метою підвищення позитивної оцінки не здійснюється. Студент, який протягом поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35 балів, зобов'язаний скласти захід підсумкового семестрового контролю, яке здійснюється після завершення останнього модульно-атестаційного циклу у семестрі або екзаменаційної сесії, якщо вона передбачена, за додатковою відомістю семестрової атестації (першою незадовільною оцінкою вважається та, що отримана за наслідками модульних атестацій, яка виставляється в основну відомість семестрової атестації). Студент має право на два складання ПСК: викладачу та комісії. У разі незадовільного складання підсумкового семестрового контролю комісії студент отримує оцінку «незадовільно» («F» за шкалою ECTS) і відраховується з університету. При успішному складанні заходу підсумкового семестрового контролю використовується оцінка «задовільно», яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без урахування накопичених балів («E» за шкалою ECTS) із визначенням рейтингового балу 60. Студент, який за наслідками модульних атестацій набрав менше 35 рейтингових балів, не допускається до підсумкового семестрового контролю, отримує оцінку «незадовільно» (за шкалою ECTS – «F») і відраховується з університету.

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 10.1 Засоби навчання

ЗН1	Бібліотечні фонди (зокрема електронний каталог, інституційний репозитарій та віртуальний читальний зал бібліотеки СумДУ)
ЗН2	Власні комп'ютери та мобільні пристрої з підключенням до мережі Інтернет
ЗН3	Програмне забезпечення (програма Google Meet для проведення занять у режимі он-лайн; для практичних занять - автоматизована система розрахунку розсіювання викидів шкідливих речовин у атмосфері ЕОЛ-2000; для підтримки дистанційного навчання - навчальна платформа MiX СумДУ; для інтернет-опитування - Google-сервіси (Форми))
ЗН4	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (проєктор Epson EB-W32, настінний екран Draper 132x234 (16x9), акустична система 2,0 Gembird WSC- 611G, ПК Lenovo Think Centre E-50-00 Intel)
ЗН5	Обчислювальний центр факультету ТеСЕТ СумДУ (оснащений персональними комп'ютерами PrimePC Solo30 Intel Pentium G4400 3.30).

## 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Моделювання та прогнозування стану довкілля : навч. посіб. / Т. В. Пасічник. — 2-ге вид., стереотип. — Львів : Магнолія 2006, 2022. — 194 с.
<b>Допоміжна література</b>	
1	Локальні моделі прогнозування стану екологічного простору : навч. посіб. / О.О. Рибалов, С.В. Сидоренко, І.С. Козій. – Суми: СумДУ, 2013. 154 с.
2	Методичні вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля». Розділ 1 «Локальні моделі прогнозування техногенного навантаження на довкілля» / укладачі: Козій І.С., Батальцев Є.В., Рой І.О., Рибалов О.О. : Сумський державний університет, 2021. 70 с.
3	Методичні вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля». Розділ 2 «Локальні моделі прогнозування процесів забруднення атмосфери» / укладачі: Козій І.С., Батальцев Є.В., Рой І.О., Рибалов О.О. : Сумський державний університет, 2021. 65 с.
4	Методичні вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля». Розділ 3 «Локальні моделі прогнозування процесів забруднення водного середовища» / укладачі: Козій І.С., Батальцев Є.В., Рой І.О., Рибалов О.О. : Сумський державний університет, 2021. 70 с.
5	Методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу «Моделювання та прогнозування стану довкілля» / укладачі: Л. Л. Гурець, І. С. Козій, І. О. Бережна. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 36 с.
6	Методичні вказівки до організації самостійної роботи з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» / укладачі: І. С. Козій, Є. В. Батальцев, І. О. Рой. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 21 с.
7	Моделювання техногенного впливу на навколишнє природне середовище об'єктами теплоенергетики : дис. ... канд. техн. наук, спец.: 21.06.01– екологічна безпека / Є. В. Батальцев; наук. кер. Л. Д. Пляцук. — Суми : СумДУ, 2021. — 168 с.
8	Daniel A. Vallero Air Pollution Calculations. Chapter 6 - Physical transport of air pollutants. Elsevier, 2019. Pages 123-143. <a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814934-8.00006-5">https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814934-8.00006-5</a> .
9	Daniel A. Vallero Air Pollution Calculations. Chapter 7 - Water and the atmosphere. Elsevier, 2019. Pages 145-174. <a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814934-8.00007-7">https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814934-8.00007-7</a> .
<b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b>	
1	Курс "Моделювання та прогнозування стану довкілля" на платформі змішаного навчання MIX СумДУ: <a href="https://elearning.sumdu.edu.ua/s/4d-1b05">https://elearning.sumdu.edu.ua/s/4d-1b05</a>

2	Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України №286 від 30.07.2001 р. "Про затвердження Порядку визначення величин фонових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі" (за ред. від 25.05.2018 р.): <a href="https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0700-01#Text">https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0700-01#Text</a>
---	---