

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Фізико-математичний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан фізико-математичного
факультету

_____ В.В.Ванін
« 20 » червня 2014 р.

_____ В.В.Ванін
« ____ » _____ 20__ р.

Інтегрування диференціальних рівнянь ЗР-13/2
(назва та код кредитного модуля)

РОБОЧА ПРОГРАМА
кредитного модуля

підготовки бакалаврів
напряму 6.040106 ”Біотехнологія та біотехніка”
форма навчання денна

Ухвалено методичною комісією
фізико-математичного факультету
Протокол від 18.06.2014 р. № 7
Голова методичної комісії
_____ О.І.Клесов
« 18» червня 2014 р.

Робоча програма кредитного модуля *«Інтегрування диференціальних рівнянь»* для студентів за напрямом підготовки 6.051401 "Біотехнологія" всіх спеціальностей освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, за денною формою навчання складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Інтегрування диференціальних рівнянь».

Розробник робочої програми:

доцент, кандидат фіз.-мат. наук, Качаєнко Ольга Борисівна _____

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри математичної фізики

Протокол від « 17 » червня 2014 року № 9

Завідувач кафедри

_____ С.Д.Івасишен
(підпис)

« 17 » червня 2014 р.

1. Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Галузь знань <u>0514 «Біотехнологія та біотехніка»</u>	Назва дисципліни, до якої належить кредитний модуль <u>Інтегрування диференціальних рівнянь</u>	Форма навчання <u>денна</u>
Напрямок підготовки <u>6.051401 "Біотехнологія"</u>	Кількість кредитів ECTS <u>3,5</u>	Статус кредитного модуля <u>варіативний</u>
Спеціальність	Кількість розділів <u>1</u>	Цикл до якого належить кредитний модуль <u>природничо-наукової підготовки</u>
Спеціалізація	Індивідуальне завдання <u>Розрахункова робота</u>	Рік підготовки <u>1</u>
		Семестр <u>2</u>
Освітньо-кваліфікаційний рівень <u>бакалавр</u>	Загальна кількість годин <u>126</u>	Лекції <u>18 год.</u>
		Практичні <u>36 год.</u>
	Тижневих годин: Аудиторних – <u>3</u> СРС – <u>4</u>	Самостійна робота <u>72 год.</u> , у тому числі на виконання індивідуального завдання <u>20 год.</u> Вид та форма семестрового контролю <u>екзамен</u>

Кредитний модуль *«Інтегрування диференціальних рівнянь»* входить до циклу природничо-наукової підготовки та має домінуюче значення у підготовці фахівця. У структурно-логічній схемі програми підготовки з даного напрямку «Вища математика» (шифр за ОПП 2.1.3) передує та забезпечує наступні навчальні дисципліни у програмі підготовки фахівця: Фізика (2.02), Обчислювальна математика та програмування (2.05), Екологія (2.07), Фізика елементарних часток (4.1.7), Біофізика (1.1.8).

Загальний курс вищої математики є фундаментом математичної та інженерної освіти спеціаліста. Дійсно, математичні методи дослідження проникають в усі області людської діяльності, а тому зростає інтерес до загального курсу вищої математики зі сторони суміжних наук, які використовують різний об'єм математичних знань.

Здобуті знання з математики допоможуть майбутньому фахівцю у вирішенні найважливіших задач, з якими він буде стикатися, незалежно від того, де працюватиме на заводі, в лабораторії, науково-дослідному чи проектному інституті.

Математична освіта сучасного спеціаліста включає вивчення загального курсу математики та спеціальних математичних курсів (відповідно до спеціальності). Викладання спеціальних розділів орієнтовано, головним чином, на використання математичних методів при розв'язуванні прикладних задач. Особливість навчання студентів на цьому етапі полягає в тому, що передбачається значна доля самостійної роботи студентів.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- до логічного мислення, формування особистості студентів, розвиток їх інтелекту і здібностей;
- до необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування математики, виховання у студентів прикладної математичної культури;
- використовувати методи математичного аналізу в інженерних розрахунках;
- доводити розв'язок задачі до практично прийнятого результату – числа, графіка, точного якісного висновку із застосуванням для цього адекватних обчислювальних засобів, таблиць і довідників;
- уміння аналізувати одержані результати, самостійно використовувати і вивчати літературу з математики.

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- основні поняття теорії диференціальних рівнянь: звичайні диференціальні рівняння і рівняння із частинними похідними; диференціальні рівняння першого порядку і вищого порядку; рівняння, що допускають зниження порядку; лінійні диференціальні рівняння; розв'язок диференціальних рівнянь: загальний і частинний розв'язки диференціального рівняння, загальний і частинний інтеграл, інтегральні криві, початкові умови, задача Коші; теорема Коші про існування і єдиність розв'язку задачі Коші, особливі точки диференціального рівняння;
- системи диференціальних рівнянь: нормальна система диференціальних рівнянь, лінійна система, автономна або стаціонарна система; загальний і частинний розв'язки системи диференціальних рівнянь, загальний і частинний інтеграл, інтегральні криві, початкові умови, задача Коші, особливий розв'язок системи диференціальних рівнянь;

уміння:

- зводити до квадратур диференціальні рівняння першого порядку, зводити до рівнянь першого порядку неповні диференціальні рівняння другого порядку;
- знаходити загальний розв'язок лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь першого порядку, застосовуючи метод варіації довільної сталої (метод Лагранжа) і метод Бернуллі;
- знаходити загальний розв'язок лінійних однорідних диференціальних рівнянь другого порядку, застосовуючи формулу Ліувілля;
- знаходити загальний розв'язок лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь другого порядку, застосовуючи метод варіації довільної сталої (метод Лагранжа);
- знаходити загальний розв'язок лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами;
- знаходити загальний розв'язок лінійних однорідних і лінійних неоднорідних систем диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами;

досвід:

- навчитися самостійно працювати з навчальними посібниками, довідниками, додатковою літературою;
- вміти застосовувати набуті знання з вищої математики.

3. Структура кредитного модуля

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Розділ 1. Звичайні диференціальні рівняння та їх системи.				
Звичайні диференціальні рівняння та їх системи.	98	18	34	46
<i>Контрольна робота з розділу 1</i>	8		2	6
<i>Домашня контрольна робота</i>	20			20
<i>Екзамен</i>	36			36
Разом за розділом	162	18	36	108

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Диференціальні рівняння першого порядку, основні означення. Задача Коші. Теорема існування і єдиності розв'язку задачі Коші. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними. <i>Рекомендована література:</i> [11], с.16-27; [6], с.4-20. <i>Завдання на СРС.</i> Поняття про особливі розв'язки диференціальних рівнянь. [6], с.49-51; [11], с. 49-50.
2	Диференціальні рівняння однорідні відносно змінних та звідні до них. <i>Рекомендована література:</i> [11], с.20-32; [6], с. 24-29. <i>Завдання на СРС.</i> Задачі, моделі яких описуються диференціальними рівняннями першого порядку: геометричні задачі, диференціальні моделі у фізиці й техніці. [6], с. 238-253.
3	Лінійні диференціальні рівняння першого порядку та методи їх розв'язування. Рівняння Бернуллі . <i>Рекомендована література:</i> [11], с.32-35; [6], с. 30-37. <i>Завдання на СРС.</i> Метод Лагранжа варіації довільної сталої.

4	Рівняння в повних диференціалах. Інтегрувальний множник. <i>Рекомендована література:</i> [11], с.38-42; [6], с.41-47.
5	Диференціальні рівняння вищих порядків, основні означення. Диференціальні рівняння другого і вищих порядків, що інтегруються у квадратурах або допускають пониження порядку. <i>Рекомендована література:</i> [6], с. 79-84. <i>Завдання на СРС.</i> Задачі, моделі яких описуються диференціальними рівняннями першого порядку: диференціальні моделі в екології, математичні моделі в хімії. [6], с.230-232, 234-238.
6	Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків. Теореми про структуру загального розв'язку лінійного однорідного і лінійного неоднорідного диференціальних рівнянь. Теорема про накладання часткових розв'язків. <i>Рекомендована література:</i> [11], с.68-74, 81-84, 90-94; [6], с.88-109. <i>Завдання на СРС.</i> Визначник Вронського. Формула Ліувілля. [6], с.94-100.
7	Лінійні однорідні диференціальні рівняння з постійними коефіцієнтами та лінійні неоднорідні диференціальні рівняння з постійними коефіцієнтами і правою частиною спеціального вигляду. [11], с.74-81, 84-90; [6], с.110-123. <i>Рекомендована література:</i> [11], с.74-81, 84-90; [6], с.110-123. <i>Завдання на СРС.</i> Метод Лагранжа варіації довільних сталих для ЛНДР 2-го порядку. [6], с.104-109. Моделі яких описуються диференціальними рівняннями другого порядку. [6], с. 258-264; [11], с. 100-109.
8	Нормальні системи диференціальних рівнянь. Метод виключення розв'язання нормальних систем диференціальних рівнянь. Розв'язання систем лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. <i>Рекомендована література:</i> [11], с.109-113; [6], 151-174. <i>Завдання на СРС.</i> Задачі, моделі яких описуються системами диференціальних рівнянь першого порядку. [6], с.267-275.
9	Оглядова лекція.

5. Практичні заняття

Основна мета проведення практичних занять набуття досвіду, необхідного при практичному застосуванні математичних методів для розв'язання фахових задач.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	КРЗЗ-1.
2	Диференціальні рівняння першого порядку: рівняння зі змінними, що відокремлюються і однорідні відносно змінних. А. [3] № 3902-3906 (п), 3914, 3934, 3942, 3945. Д.З. [3] № 3901-3905 (н), 3913, 3938, 3939, 3946.
3	Диференціальні рівняння однорідні відносно змінних та звідні до них. А. [3] № 3935, 3979, 3987, 4025, 4027. Д.З[3] № 3940, 3943, 3989,4026, 4069.
4	Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. А. [3] № 3956, 3957, 3966, 3962, 4002 Д.З. [3] № 3955, 3961, 3965, 3967, 4000.
5	Рівняння Бернуллі. А. [3] № 4039, 4042, 4044. Д.З[3] № 4038, 4045, 4043.
6	Рівняння в повних диференціалах. Інтегрувальний множник. А. [3] № 4050, 4058; [2] № 334, 347. Д.З[3] № 4051, 4059; [2] № 356, 363.
7	Диференціальні рівняння вищих порядків. Неповні диференціальні рівняння. А. [3] № 4155, 4208; [2] № 618, 619. Д.З. [3] № 4156, 4157, 4209; [2] № 614, 629. МККР-1. Тема: <i>"Диференціальні рівняння першого порядку"</i> .
8	Диференціальні рівняння вищих порядків, що дозволяють знизити їх порядок. А. [3] № 4158, 4162, 4163,4189. Д.З. [3] № 4159, 4160, 4161, 4190, 4191.
9	Диференціальні рівняння вищих порядків, що дозволяють знизити їх порядок. А. [3] № 4166, 4193, 4192, 4194. Д.З. [3] № 4167, 4172, 4175, 4197, 4213.
10	Лінійні рівняння зі змінними коефіцієнтами. А. [3] № 4227, 4229, 4231, 4233. Д.З. [3] № 4228, 4230, 4234.
11	Лінійні рівняння зі змінними коефіцієнтами. А. [3] № 4235, 4238, 4239, 4242. Д.З. [3] № 4240, 4243, 4244, 4245.
12	ЛОДР зі сталими коефіцієнтами. А. [3] № 4252-4264 (парні), 4302-4306 (парні), 4262, 4263, 4301-4307(непарні) 4312.

	Д.З. [3] № 4251-4263 (непарні), 4301-4307 (непарні), 4264, 4302-4306(парні), 4313.
13	ЛНДР зі сталими коефіцієнтами і правою частиною спеціального вигляду. А. [3] № 4269, 4271, 4273, 4275 (7), 4276 (1). Д.З. [3] № 4268, 4270, 4274, 4275 (4), 4276 (5), 4277 (3).
14	ЛНДР зі сталими коефіцієнтами і правою частиною спеціального вигляду. А. [3] № 4277 (7,9), 4285, 4314, 4316. Д.З. [3] № 4277(4), 4283, 4286, 4318, 4322.
15	ЛНДР зі сталими коефіцієнтами і правою частиною загального вигляду. Метод Лагранжа. А. [3] № 4277(5,6), 4280, 4282(1,2). Д. [3] № 4278(5,6), 4281, 4282(3). МККР-2. Тема: "Диференціальні рівняння вищих порядків"
16	Системи лінійних однорідних диференціальних рівнянь. Зведення нормальних систем до одного рівняння. А. [3] № 4324.1, 4324.2; [2] № 942, 945. Д. [3] № 4324.3; [2] № 947, 948, 954.
17	Системи лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь. Зведення нормальних систем до одного рівняння. А. [3] № 4325, 4337; [2] № 949, 956. Д.З. [3] № 4326, 4332; [2] № 950, 955.
18	Оглядове практичне заняття. Аналіз модульних контрольних робіт.

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання
1	Поняття про особливі розв'язки диференціальних рівнянь першого порядку та вищих порядків. <i>Рекомендована література:</i> [6], с.49-51; [11], с. 49-50.
2	Задачі, моделі яких описуються диференціальними рівняннями першого порядку: геометричні задачі, диференціальні моделі у фізиці й техніці, диференціальні моделі в екології, математичні моделі в хімії. <i>Рекомендована література:</i> [6], с. 238-253, 230-232, 234-238.
3	Задачі, моделі яких описуються системами диференціальних рівнянь першого порядку. <i>Рекомендована література:</i> [6], с.267-275.
4	Визначник Вронського. Формула Ліувілля. <i>Рекомендована література:</i> [6], с.94-100.

5	Виконання домашньої контрольної роботи «Диференціальні рівняння вищих порядків». <i>Рекомендована література:</i> [6], с.69-149 [12] с.1-63.
---	---

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання складаються з домашньої контрольної роботи «Диференціальні рівняння вищих порядків».

Розрахункова робота сприяє поглибленому засвоєнню методів розв'язку типових математичних задач, що мають прикладне значення.

8. Контрольні роботи

Виконуються модульні контрольні роботи:

1. МККР 1. "Диференціальні рівняння першого порядку".
2. МККР 2. "Диференціальні рівняння вищих порядків".

Мета модульної контрольної роботи – виявити рівень засвоєння відповідних модулів, виявити типові помилки, підрахування балів за кредитно-модульною системою.

Контрольні завдання для кожної контрольної роботи додаються до робочої навчальної програми.

9. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	СРС+ Екз.	МКР	ДКР	Семестр. атест.
2	3.5	162	18	36	108	1	1	екзамен

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) дві короткочасні контрольні роботи (ККР) (одна МКР поділяється на дві контрольні роботи тривалістю по одній академічній годині),
- 2) одну домашню контрольну роботу,

- 3) п'ять відповідей (кожного студента в середньому) на 18 практичних заняттях (за умови, що на кожному занятті опитуються 5 студентів при максимальній чисельності групи 20 осіб (18пр.х 5ст.)/20ст. = 5 відп.);
- 4) відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання.

1. Робота на практичних заняттях.

Якість роботи - 0 – 1 (повна відповідь – 1; неповна відповідь – 0,5; відсутня відповідь – 0).

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $1 \text{ бал} \times 5 = 5 \text{ балів}$.

2. Модульний контроль.

ККР: ваговий бал – 20, якість виконання - 0 – 20 (кількість завдань – в залежності від теми ККР). Кожне завдання оцінюється згідно з наступними критеріями:

%	Опис критеріїв
100	Отримано правильну відповідь, обгрунтовано всі ключові моменти розв'язування.
80	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування. Окремі ключові моменти розв'язування обгрунтовано недостатньо. Можливі 1-2 не грубі помилки чи описки в обчисленнях або перетвореннях, які не впливають на правильність подальшого розв'язування. Отримана відповідь може бути неправильною.
60	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування, але розв'язана правильно лише частина завдання. Отримана відповідь може бути неправильною або неповною.
40	У правильній послідовності ходу розв'язування відсутні окремі його етапи. Ключові моменти розв'язування не обгрунтовано. Отримана відповідь неправильна або завдання розв'язано неповністю.
20	Якщо студент почав розв'язування, але його записи не відповідають зазначеним вище критеріям оцінювання завдання.
0	Якщо студент взагалі не приступив до розв'язування задачі.

Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: $20 \text{ балів} \times 2 = 40 \text{ балів}$.

3. Домашня контрольна робота .

Ваговий бал-15, зарахування при поданні у встановлений термін – 0-15.
 РР складається з 5 завдань, кожне завдання оцінюється по 3 бали згідно з наступними критеріями:

Бали	Опис критеріїв
3	Отримано правильну відповідь, обґрунтовано всі ключові моменти розв'язування.
[2;3)	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування. Окремі ключові моменти розв'язування обґрунтовано недостатньо. Можливі 1-2 не грубі помилки чи описки в обчисленнях або перетвореннях, які не впливають на правильність подальшого розв'язування. Отримана відповідь може бути неправильною.
[1;2)	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування, але розв'язана правильно лише частина завдання. Отримана відповідь може бути неправильною або неповною.
(0;1)	Якщо студент почав розв'язування, але його записи не відповідають зазначеним вище критеріям оцінювання завдання.
0	Якщо студент взагалі не приступив до розв'язування задачі.

Штрафні та заохочувальні бали:

- пропуск будь - якого заняття без поважних причин карається штрафними балами у розмірі 0.5, тобто рейтингова оцінка пропущеного заняття $r = - 0.5$,
- неявка на контрольну роботу або неподання у встановлений термін розрахункової роботи без поважних причин карається штрафними балами у розмірі вагового балу відповідного виду контролю, тобто рейтингова оцінка невиконаного завдання $r = 0$ балів,
- за 100% відвідування практичних занять до підсумкового рейтингу додається 2 бали,
- за участь у математичній олімпіаді надається від 2 до 5 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу студента.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає

$$R_c = 2 \times 20 + 1 \times 5 + 15 = 60 \text{ балів.}$$

R_c дорівнює 60% від R, екзаменаційна складова шкали (R_e) дорівнює 40 % від R, а саме: $R_e = R_c (0,4/0,6) = 40$, таким чином, $R_e = 40$ балів, а рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R = R_c + R_e = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Календарна атестація студентів (на 8 та 14 тижнях семестру) з дисципліни проводиться за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50% від максимально можливого на час атестації, студент вважається задовільно атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється "незадовільно".

Необхідною умовою допуску до екзамену є :

- стартовий рейтинг (r_c) не менше 60% від R_c , тобто $r_c \geq 36$ балів;
- не менш ніж одна позитивна атестація з дисципліни;
- зарахування домашньої контрольної роботи.

Необхідною умовою здачі екзамену є екзаменаційна складова шкали(r_c). Комплект екзаменаційних білетів з математики має наступну структуру: кожен білет містить дві частини – теоретичну і практичну. Теоретична частина складається з двох питань по 10 балів, кожне з яких оцінюється за наступними критеріями:

Бали	Опис критеріїв
10	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент у повному обсязі, безпомилково викладає програмний матеріал, логічно поєднує теоретичний матеріал з практикою та наводить конкретні приклади (якщо це вимагається у питанні).
[7;10)	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент відображає знання основного змісту курсу, але недостатньо розкриває деякі поняття, не наводить конкретні приклади.
[5;7)	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент припускає помилки, не відображає знання основних понять або не може поєднати набуті знання з практикою (якщо це вимагається у питанні).
[3;5)	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент слабо орієнтується у програмному матеріалі, припускає грубі помилки у відповідях.
(0;3)	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент виявив незнання змісту програмного матеріалу.
0	Якщо студент взагалі не приступив до теоретичного питання.

Практична частина складається з двох завдань по 10 балів, кожне з яких оцінюється за наступними критеріями:

Бали	Опис критеріїв
10	Отримано правильну відповідь, обґрунтовано всі ключові моменти розв'язування.
[7;10)	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування. Окремі ключові моменти розв'язування обґрунтовано недостатньо. Можливі 1-2 не грубі помилки чи описки в обчисленнях або перетвореннях, які не впливають на правильність подальшого розв'язування. Отримана відповідь може бути неправильною.
[5;7)	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування, але розв'язана правильно лише частина завдання. Отримана відповідь може бути неправильною або неповною.
[3;5)	У правильній послідовності ходу розв'язування відсутні окремі його етапи. Ключові моменти розв'язування не обґрунтовано. Отримана відповідь неправильна або завдання розв'язано неповністю.
(0;3)	Якщо студент почав розв'язування, але його записи не відповідають зазначеним вище критеріям оцінювання завдання.
0	Якщо студент взагалі не приступив до розв'язування задачі.

Індивідуальний рейтинг студента (RD) дорівнює:

$$RD = r_c + r_e,$$

де, r_c - сума балів, зароблених студентом на протязі семестру (стартовий рейтинг), а r_e – сума балів, зароблених студентом на екзамені.

Оцінка "відмінно" ("A") виставляється під час екзамену за умови $r_c > 54$, при демонстрації повних та міцних теоретичних знань і вмінні розв'язувати нестандартні задачі.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею:

$RD = r_c + r_e$	Оцінка ECTS та визначення	Оцінка традиційна
$RD \geq 95$	A – відмінно	Відмінно
$85 \leq RD < 95$	B – дуже добре	Добре
$75 \leq RD < 85$	C – добре	
$65 \leq RD < 75$	D – задовільно	Задовільно
$60 \leq RD < 65$	E- достатньо (задовольняє мінімальні критерії)	
$30 \leq RD < 60$	FX – незадовільно	Незадовільно
$r_c < 30$	F – незадовільно (потрібна додаткова робота)	Не допущений

10. Методичні рекомендації

На початку викладання лекційного матеріалу з нової теми слід навести приклади відповідних практичних застосувань, бажано у фаховій діяльності. Кожне практичне заняття проводиться тільки після розгляду відповідної теми на лекції.

Методика вивчення курсу традиційна:

- слухати і конспектувати лекції,
- готувати необхідний теоретичний матеріал до практичного заняття,
- брати участь в практичних заняттях, виконувати домашні завдання,
- аналізувати помилки, допущені при виконанні домашньої роботи,
- самостійно працювати з літературою.

Виконуючи домашню контрольну роботу, студенти, в першу чергу, повинні опанувати відповідні теми кредитного модуля, опрацювавши матеріал за конспектом лекцій та за підручниками. Особливу увагу слід приділяти основним поняттям, визначенням, формулам, висновкам. Дуже важливим є навчитися користуватися довідниковою літературою.

11. Рекомендована література

11.1. Базова

1. Гудименко Ф.С. Диференціальні рівняння. – К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1958. – 208 с.
2. Гудименко Ф.С., Павлюк І.А., Волкова В.О. Збірник задач з диференціальних рівнянь. – К.: Вища шк., 1972. – 156 с.
3. Берман Г.Н. Сборник задач по математическому анализу. - М.: Наука, 1985. – 468 с.

4. Бугров Я.С., Никольский С.М. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы, ряды. - М.: Наука, 1988. – 406 с.
5. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах, ч. 2: Учеб. пособ. для студентов вузов. - М.: Высш. шк., 1986. – 365 с.
6. Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Настасієв П.П., Дрінь І.І. Диференціальні рівняння: методи та застосування: Навч. посіб. – Чернівці: Черн. нац. ун-т., 2010. – 286с.
7. Кузнецов Л.А. Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты: Учеб. пособ. 10-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 240 с.
8. Матвеев Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Высшая шк., 1967. – 564 с.
9. Матвеев Н.М. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – Мн.: Вышэйшая шк., 1970. – 357 с.
10. Степанов В.В. Курс диференціальних рівнянь. – К.: Радянська шк., 1953. – 444 с.
11. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление. Т. 2 - М.: Наука, 1985. – 424с.
12. Авдеева Т.В., Качаєнко О.Б. Звичайні диференціальні рівняння вищих порядків: Практикум. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 64с.

11.2. Допоміжна

1. Батунер Л.М., Позин М.Е. Математические методы в химической технике. Л., ГНТИХЛ, 1953.
2. Дубовик В.П., Юрик І.І., Вища математика: Навч. посіб. – К.: Видавництво А.С.К., 2003. – 648 с.
3. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Сборник задач по обыкновенным дифференциальным уравнениям: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1978. – 287 с.