

ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ
Кафедра загальнотехнічних дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____Олексій ГОРИК

25 серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ВИЩА МАТЕМАТИКА

освітньо-професійна програма Біотехнології та біоінженерія

спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія

освітній ступінь бакалавр

факультет агротехнологій та екології

ПОЛТАВА
2020 / 2021 н. р.

Робоча програма Вища математика для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Біотехнології та біоінженерія спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія
Мова викладання державна

Розробники:

Овсієнко Ю.І., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, к.пед.н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри загальнотехнічних дисциплін
Протокол від “_25_”_серпня__2020 року №_1_

Схвалено науково-методичною радою спеціальності Біотехнології та біоінженерія

Протокол від “_____”_____20__ року № _____

Голова _____ (____Короткова І. В.____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

© Овсієнко Ю. І., 2020 рік
© ПДАА, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма
Загальна кількість годин –	90
Кількість кредитів –	3
Місце в індивідуальному навчальному плані студента (обов'язкова чи вибіркова)	обов'язкова
Рік навчання (курс)	1
Семестр	1
Лекції (годин)	16
Практичні (семінарські) (годин)	14
Лабораторні (годин)	–
Навчальна практика	–
Самостійна робота (годин)	60
в т. ч. індивідуальні завдання (годин)	–
Вид підсумкового контролю	іспит

2. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, що передують її вивченню: цикл природничих наук.

3. Заплановані результати навчання

Мета вивчення навчальної дисципліни «Вища математика»: формування у майбутніх фахівців умінь і навичок опановувати сучасний математичний апарат, необхідний для аналізу і розв'язування прикладних агроекологічних задач, логічного та алгоритмічного мислення, сприяння формуванню у здобувачів вищої освіти наукового світогляду; забезпечення фундаментального засвоєння теоретичного матеріалу, до якого входять основні положення лінійної алгебри, диференціального та інтегрального числення, звичайних диференціальних рівнянь, теорії ймовірності та узагальнення можливостей практичного використання вивчених методів у процесі розв'язування практичних задач у конкретній науково-практичній діяльності.

Основні завдання навчальної дисципліни «Вища математика»: ознайомлення здобувачів вищої освіти з основами математичного апарату, необхідними для розв'язування теоретичних і практичних задач; вироблення навичок математичного дослідження прикладних задач; прищеплення студентам умінь самостійно вивчати навчальну літературу з вищої математики та прикладних питань.

Компетентності:

- *фахові: ФК10.* Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

Програмні результати навчання:

- ПРН01. Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів.

4. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії. Означення визначника, правила обчислення визначників: другого, третього та вищих порядків (правило трикутників, теорема Лапласа). Властивості визначників. Обчислення деяких особливих визначників. Означення, типи матриць. Основні особливі матриці (квадратна, трикутна, діагональна, одинична). Дії над матрицями: додавання, множення матриці на число, на матрицю, їх властивості. Транспонування матриці. Поняття оберненої матриці, властивості операції обернення матриці. Обчислення оберненої матриці.

Поняття системи лінійних алгебраїчних рівнянь, розгорнута та матрична форми її запису. Розв'язок, класифікації систем лінійних алгебраїчних рівнянь: сумісні та несумісні системи, визначені та невизначені системи. Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою оберненої матриці, за формулами Крамера. Еквівалентні перетворення, метод Гаусса послідовного вилучення змінних для розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Поняття про ранг матриці та його обчислення. Теорема Кронекера-Капеллі; частинні та загальний розв'язки системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Означення вектора, типи векторів, порівняння векторів. Дії над векторами: транспонування, додавання, множення вектора на число, скалярний добуток векторів; властивості цих операцій, їх геометрична інтерпретація. Довжина (норма) вектора, її властивості. Кут між векторами. Відстань між векторами. Означення лінійного простору. Означення та основні теореми про лінійну залежність та лінійну незалежність елементів лінійного простору. Базис лінійного простору. Основні теореми про базис: єдиність розкладу, лінійна залежність елементів, кількість базисних елементів. Розмірність лінійного простору. Координати елементів простору за даним базисом. Поняття підпростору. Поняття лінійного векторного простору. Ранг скінченної системи векторів, правила його обчислення.

Прямокутна Декартова система координат на площині. Рівняння прямої на площині: з кутовим коефіцієнтом, загальне, через задану точку і напрямний вектор, через дві точки, у відрізках на координатних осях, нормальне; відстань від точки до заданої прямої. Взаємне розміщення двох прямих: перетин прямих, умови паралельності та перпендикулярності, кут між прямими. Графічне розв'язування систем лінійних рівнянь або нерівностей з двома змінними. Координати точки в просторі. Загальне рівняння площини у тривимірному просторі, нормальне рівняння, через три точки. Відстань від точки до площини. Рівняння прямої у тривимірному просторі як переріз двох площин.

Канонічні рівняння еліпса, гіперболи, параболи; дослідження їх форми, властивостей. Загальне рівняння кривої другого порядку, його зведення до канонічного вигляду.

Тема 2. Елементи диференціального й інтегрального числення функцій. Означення функції однієї та багатьох змінних. Способи подання функції: табличний, графічний, аналітичний. Окремі спеціальні класи функцій: явні та неявні, задані параметрично, складені (задані суперпозицією). Класифікації функцій: монотонні, парні та непарні, опуклі та вгнуті, обмежені та необмежені.

Поняття числової послідовності, способи її представлення (аналітичний, рекурентний). Обмежені та необмежені числові послідовності. Збіжні числові послідовності, нескінченно малі, нескінченно великі послідовності, зв'язок між ними. Монотонні числові послідовності. Теорема Вейерштрасса про границю монотонної послідовності. Число e .

Означення границі функції в точці за Гейне, за Коші, їх еквівалентність. Критерій Коші збіжності функції в точці. Односторонні границі функції однієї змінної. Властивості збіжних у точці функцій: обмеженість функції в околі точки збіжності, дії над збіжними функціями. Порівняння функцій. Еквівалентні функції, їх використання при знаходженні границі відношення функцій. Перша та друга важливі границі. Знаходження границь степеневих-показникових функцій. Одностороння неперервність функції однієї змінної в точці, необхідна і достатня умова неперервності, класифікація точок розриву. Локальні властивості неперервних функцій. Теореми про арифметичні дії над неперервними функціями, про неперервність суперпозиції функцій. Неперервність функції на множині. Неперервність елементарних функцій. Теореми про функції, неперервні на замкнутій множині: теореми Больцано-Коші, теореми Вейерштрасса.

Визначення похідної функції в точці. Геометричний і фізичний зміст похідної. Таблиця похідних елементарних функцій. Правила диференціювання. Властивості похідних. Похідна оберненої функції. Похідна складеної функції. Диференціал функції. Необхідна умова екстремуму. Теорема Ролля про нулі похідної функції, теореми Лагранжа, Коші про скінченні прирости функції однієї змінної, їх геометрична інтерпретація. Правило Лопітала розкриття невизначеностей. Розклад функцій за формулою Тейлора-Маклорена із залишковим членом у формулі Пеано; поняття про залишкові члени у формулі Лагранжа, Коші. Розклад основних елементарних функцій за формулою Тейлора-Маклорена.

Умови монотонності функції однієї змінної. Необхідні, достатні умови екстремуму функції однієї. Умови опуклості, угнутості, перегину функції. Асимптоти функції: вертикальні, горизонтальні, похилі. Схема повного дослідження та побудови графіка функції однієї змінної.

Частинні похідні. Геометричний і фізичний зміст частинних похідних. Диференціювання функції. Частинні похідні вищих порядків. Повний диференціал. Екстремум функції двох незалежних змінних. Найбільше та найменше значення функції двох змінних у заданій замкненій області. Метод найменших квадратів. Похідна за напрямом. Градієнт.

Поняття первісної функції та невизначеного інтегралу. Основні властивості невизначених інтегралів. Таблиця невизначених інтегралів елементарних функцій. Основні методи інтегрування: безпосереднє, заміна змінної, частинами.

Означення визначеного інтеграла. Формула Ньютона-Ляйбніца. Властивості визначеного інтеграла. Інтегрування методами підстановки, частинами у визначеному інтегралі. Розв'язування геометричних задач за допомогою визначених інтегралів. Поняття про невластні інтеграли.

Звичайне диференціальне рівняння першого порядку; задача Коші. Теорема про існування та єдиність розв'язку диференціального рівняння першого порядку; частинний та загальний розв'язки. Рівняння з відокремленими та відокремлюваними змінними. Диференціальні рівняння, що зводяться до рівняння з відокремлюваними змінними.

Тема 3. Випадкові події та величини. Поняття випадкової події. Класифікація подій. Відносна частота появи події. Класичне, статистичне та геометричне означення ймовірності події. Теореми додавання ймовірностей. Залежні та незалежні події. Умовні ймовірності. Теореми множення ймовірностей. Наслідки з теорем додавання та множення ймовірностей. Формула повної ймовірності. Формула Байєса.

Формула Бернуллі. Біноміальний закон розподілу ймовірностей і його графік. Найімовірніше число появи події. Локальна теорема Муавра-Лапласа. Формула Пуассона. Інтегральна теорема Муавра-Лапласа, її застосування. Функція Лапласа.

Поняття випадкової величини. Дискретні та неперервні випадкові величини. Закон розподілу дискретної випадкової величини. Багатокутник розподілу. Біноміальний закон розподілу, закон розподілу Пуассона. Функція розподілу і щільність розподілу випадкової величини. Числові характеристики розподілу. Математичне сподівання і дисперсія. Теорема про середньоквадратичне відхилення. Кореляційний момент і коефіцієнт кореляції. Нормальний закон розподілу. Нормальна крива. Вплив параметрів нормального розподілу на її форму. Ймовірність попадання нормально розподіленої випадкової величини у заданий інтервал. Ймовірність заданого відхилення. Правило трьох сигм. Розподіл Стюдента. Закон великих чисел. Поняття про теорему Ляпунова.

Тема 4. Статистичне опрацювання вибірки. Предмет і метод математичної статистики. Завдання математичної статистики. Алгоритм первинної обробки статистичних даних. Побудова варіаційного ряду (дискретного, інтервального). Графіки варіаційних рядів, їх властивості. Обчислення статистичних показників. Оцінка числових характеристик генеральної сукупності. Перевірка гіпотези про закон розподілу. Емпірична функція розподілу. Точність та надійність оцінок. Довірчі інтервали.

Тема 5. Елементи дисперсійного та кореляційного аналізу. Статистичні гіпотези, критерії: Пірсона, Ст'юдента, Фішера. Перевірка гіпотези про закон розподілу. Порівняння середніх двох вибірок (незалежних, залежних). Дисперсійний аналіз випадкової величини. Дисперсійний аналіз статистичних даних: однофакторний, багатфакторний. Кореляція та регресія. Коефіцієнт парної лінійної кореляції, його властивості. Рівняння парної лінійної регресії.

5. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	усього	денна форма				
		у тому числі				
		л	п	лаб	н/п	с.р.
Тема 1. Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії	16	4	2	-		10
Тема 2. Елементи диференціального й інтегрального числення ф-ій	26	4	4	-		18
Тема 3. Випадкові події та величини	20	4	4	-		12
Тема 4. Статистичне опрацювання вибірки	14	2	2	-		10
Тема 5. Елементи дисперсійного та кореляційного аналізу	14	2	2	-		10
Індивідуальні завдання: або (в т.ч. індивідуальні завдання)						-
Усього годин	90	16	14	-		60
ІСПИТ	27	-	-	-		-

* – * – лекційні заняття передбачені на начитку

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма
1	Тема 1. Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії	2
2	Тема 2. Елементи диференціального й інтегрального числення функцій	4
3	Тема 3. Випадкові події та величини	4
4	Тема 4. Статистичне опрацювання вибірки	2
5	Тема 5. Елементи дисперсійного та кореляційного аналізу	2
	Разом	14

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма
1	Тема 1. Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії	10
2	Тема 2. Елементи диференціального й інтегрального числення функцій	18
3	Тема 3. Випадкові події та величини	12
4	Тема 4. Статистичне опрацювання вибірки	10
5	Тема 5. Елементи дисперсійного та кореляційного аналізу	10
	ІНДЗ з.ф.н. (КР)	-
	Разом	60

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота здобувача вищої освіти не передбачена.

9. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Методи навчання	Форми оцінювання
ПРН01. Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів	- словесні методи (лекція); - наочні методи (демонстрування, спостереження); - практичні методи (практичні роботи, робота з навчально-методичною літературою); - методи письмового контролю (математичний диктант, тести, контрольна робота, письмове виконання практичних завдань і завдань самостійної роботи); - комп'ютерні і мультимедійні методи (використання мультимедійних презентацій, дистанційне навчання)	ведення конспекту; виконання завдань самостійної роботи; (виконання практичних завдань, тестових завдань, контрольна робота)

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання.

Критерії успішного опанування програмних результатів навчання

Програмні результати навчання	Відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	Максимальна кількість балів	Мінімальний поріг рівень оцінок, балів
ПРН01.	100	100	50
Разом	100	100	50

Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль оволодіння компетентностями та підсумкова оцінка рівня досягнення програмних результатів навчання.

Форми оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Форма оцінювання													
	Ведення конспекту лекцій		Виконання вправ на практичних заняттях		Виконання завдань математичного диктанту		Виконання завдань самостійної роботи		Контрольна робота		Розв'язування тестів		Екзамен	
	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна Кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна Кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
ПРН01.	3	5	8	15	8	15	5	10	10	20	8	15	10	20

Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання, форми поточного і підсумкового контролю

Критерієм успішного проходження здобувачем вищої освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним рівня вище межі незадовільного навчання.

Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль оволодіння компетентностями та підсумкова оцінка рівня засвоєння навчального матеріалу і вміння використовувати ці знання на практиці.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання для поточного контролю успішності здобувачів вищої освіти:

- *перевірка ведення конспекту лекцій* оцінюється від 0 до 1 балу. 0-0,2 – завдання виконано незадовільно, ЗВО має частково оформлений конспект, низька активність роботи під час лекційних занять; 0,3-0,5 – завдання виконано задовільно, ЗВО має неповний конспект лекцій, низька активність роботи під час лекційних занять; 0,6-0,8 – завдання виконано добре, ЗВО має повний конспект лекцій, середня активність роботи під час лекційних занять; 0,9-1 – завдання виконано відмінно, ЗВО має повний конспект лекцій, активно працює на лекційних заняттях, орієнтується у практичному застосуванні теоретичних положень до розв'язування задач із агрономії;
- *виконання вправ на практичних заняттях* оцінюється від 0 до 3 балів. 0 балів – завдання виконано незадовільно, потребує повторного виконання; 1 бал – завдання виконано задовільно із значною кількістю помилок; 2 бали – завдання виконано добре із незначною кількістю несуттєвих помилок; 3 бали – завдання виконано відмінно без зауважень, демонструє знання і навички застосування математичних формул і алгоритмів до розв'язування задач із агрономії;
- *виконання завдань математичного диктанту* від 0 до 3 балів. 0 балів – завдання виконано незадовільно, потребує повторного виконання, ЗВО демонструє часткове володіння основними означеннями, поняттями, формулами, дає відповіді на 10 % від

- усіх запропонованих завдань; 1 бал – завдання виконано задовільно із значною кількістю помилок, ЗВО допускає помилки під час формулювання основних означень, понять, відтворення формул, пояснення їх складових, дає відповіді на 50 % завдань; 2 бали – завдання виконано добре із незначною кількістю несуттєвих помилок; 3 бали – завдання виконано відмінно без зауважень;
- *виконання завдань самостійної роботи* від 0 до 2 балів. 0 балів – завдання виконано незадовільно і потребує повторного виконання; 1 бал – часткове виконання завдань із помилками або не в повному обсязі; 2 бали – завдання виконано відмінно без зауважень, розв'язані вправи прикладного змісту, умови яких містять фахову термінологію, результати експериментальних досліджень;
 - *контрольна робота* містить 5 завдання. Кожне завдання оцінюється від 0 до 2 балів. 0 балів – завдання виконано незадовільно або взагалі не виконано, потребує повторного виконання; 1 бал – часткове виконання завдання з помилками або не в повному обсязі; 1,5 бали – завдання виконано повністю, але є не грубі зауваження до обчислень, допущені неточності в поясненнях; 2 бали – завдання виконано відмінно без зауважень, розв'язки містять пояснення до застосування формул, алгоритмів і співвідношень до задач прикладного змісту. Максимальна кількість балів за виконання контрольної роботи – 10.
 - *розв'язування тестів* оцінюється від 0 до 3 балів. 0 балів менше 59 % правильних відповідей; 1 бал – відсоток правильних відповідей становить від 60 до 73%; 2 бали – правильних відповідей дано від 74 до 82 %, 3 бали – дано 83-100% правильних відповідей.

Форма проведення підсумкового контролю згідно робочого та навчального плану – іспит.

Критерії оцінки виконання екзаменаційної роботи

Екзаменаційна робота містить два теоретичних і три практичних, всього 5 завдання.

Правильне і повне виконання завдання оцінюється в 4 (чотири) бали.

Правильне і повне виконання теоретичного завдання з формулюванням ідей та концепцій для використання у професійній діяльності оцінюється в 4 (чотири) бали. Неповне виконання теоретичного завдання з помилками і частковими природничо-науковими та професійними знаннями по даній тематичі оцінюється в 2-3 бали.

Неповне виконання теоретичного завдання з суттєвими помилками і поверховими гуманітарними, природничо-науковими та професійними знаннями оцінюється в 1-2 бали.

Правильне і повне виконання практичного завдання де розв'язок і розрахунки задачі пов'язаної з побудовою математичної моделі задачі прикладного змісту представлені у повному обсязі, а також оцінено та аргументовано значимість отриманих результатів оцінюється в 4 (чотири) бали. За недоліки та не в повному обсязі здійснений аналіз задачі прикладного змісту знімається до 2 (двох) балів. За суттєві помилки та часткові розрахунки вирішення задачі прикладного змісту за фаховим спрямуванням знімається до 3 (трьох) балів.

Невиконане завдання і відсутність природничо-наукових та професійних знань щодо розв'язування задач пов'язаних із майбутньою професійною діяльністю – 0 балів.

Максимальна можлива сума балів за виконання екзаменаційної роботи складає 20 (двадцять) балів: $4+4+4+4+4=20$.

9. Схеми нарахування балів із навчальної дисципліни

Денна форма

Теми	Види навчальної роботи ЗВО						Разом по темі
	Ведення конспект лекцій	Виконання вправ на практичних заняттях	Виконання завдань математичного диктанту	Виконання завдань самостійної роботи	Розв'язування тестів	Контрольна робота	
Тема 1. Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії	1	3	3	2	3	10	12
Тема 2. Елементи диференціального й інтегрального числення функцій	1	3	3	2	3		22
Тема 3. Випадкові події та величини	1	3	3	2	3	10	12
Тема 4. Статистичне опрацювання вибірки	1	3	3	2	3		12
Тема 5. Елементи дисперсійного та кореляційного аналізу	1	3	3	2	3	10	22
Всього	5	15	15	10	15	20	80
Екзамен							20
Всього							100

11. Рекомендована література

Основна

1. Барковський В. В. Вища математика для економістів / Барковський В. В., Барковська Н. В. – Київ : ЦУЛ, 2002. – 400 с.
2. Барковський В. В. Теорія ймовірностей та математична статистика / Барковський В.В., Барковська Н. В., Лопатін О. К. – Київ : ЦУЛ, 2002. – 448 с.
3. Вища математика: Збірник задач: [навч. посібн.] / [В. П. Дубовик, І. І. Юрик, І. П. Вовкодав та ін.] ; за ред. В. П. Дубовика, І. І. Юрика. – К. : А.С.К., 2001. – 480 с.
4. Вища математика. У 3 частинах: [навч. посібн.] / [Лавренчук В. П., Готинчан Т. І., Дронь В. С., Кондур О. С.]. – [2-е вид., стереот.]. – Чернівці : Рута, 2002. – 208 с.
5. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [учеб. пособие для вузов] / В. Е. Гмурман. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1979. – 400 с.
6. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика [учеб. пособие для вузов] / В. Е. Гмурман. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1977. – 479 с.
7. Дубовик В. П. Вища математика: [навч. посібн.] / В. П. Дубовик, І. І. Юрик. – К. : А.С.К., 2001. – 648 с.
8. Кривуца В. Г. Вища математика. Практикум: Навчальний посібник / Кривуца В. Г., Барковський В. В., Барковська Н. В. – Київ: Центр навчальної літератури, 2005. – 536 с.
9. Пак В. В. Вища математика: [підручник] / В. В. Пак, Ю. Л. Носенко. – Д. : В-тво «Сталкер», 2003. – 496 с.
10. Флегантов Л. О. Вища математика. Курс лекцій для економічних спеціальностей: Навчальний посібник / Л. О. Флегантов, В. М. Яворська, К. Е. Яворський – Полтава, 2009. – 280 с.

Допоміжна

1. Гроссман С. Математика для биологов / С. Гроссман, Дж. Тернер; пер. с англ., предисл. и коммент. Ю. М. Свиржева. – М. : Высшая школа, 1983. – 383 с.
2. Зайцев И. А. Высшая математика: [учеб. для неинж. спец. с.-х. вузов] / И. А. Зайцев. – М. : Высшая шк., 1991. – 400 с.
3. Засуха В. А. Прикладна математика: [підручник] / В. А. Засуха, В. П. Лисенко, Б. Л. Голуб. – К. : Арістей, 2004. – 228 с.
4. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Х. М. Торнли ; пер. с англ. А.С. Каменского; под ред. Ф.И. Ерешко; предисл. Ф.И. Ерешко и А.С. Каменского. – М. : Агропромиздат, 1987. – 400 с.

Інформаційні ресурси

1. Образовательный математический сайт Exponenta.ru для студентов, изучающих высшую математику и для преподавателей математики. – Режим доступа 1.09.2014: <http://www.exponenta.ru/>
2. Web-in-Math [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://web-in-math.blogspot.com>
3. 'Wolfram|Alpha по-русски [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://wolframalpha.ru.blogspot.com>
4. Вміст підручника В.В. Барковський, Н.В. Барковська Вища математика для економістів. – Режим доступу: <http://www.cul.com.ua/preview/Vischa%20matematika%20dlya%20economistiv-Barkovskiy%205%20vid.pdf>
5. Освітній математичний сайт для студентів, які вивчають вищу математику та для викладачів математики. – Режим доступу : <http://www.exponenta.ru/>
6. Система дистанційного навчання ПДАА. – Режим доступу : <http://moodle.pdaa.edu.ua/>