

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Машинне навчання»

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
Освітній рівень.....	магістр
Освітня програма	
Спеціалізація	
Статус	обов'язкова
Загальний обсяг	5 кредитів ECTS (150 годин)
Форма підсумкового контролю	екзамен
Термін викладання	1-й семестр
Мова викладання	українська
.....	

Викладачі: _____

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Машинне навчання» для магістрів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. ПЗКС. – Д. : НТУ «ДП», 2022. – 13 с.

Розробник – доц. Приходченко С.Д.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

Погоджено рішенням методичної комісії спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення (протокол №6 від 30.06.2022).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	6
6.1 Шкали	7
6.2 Засоби та процедури.....	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	9
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	11

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» здійснено розподіл результатів навчання (РН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф4 «Машинне навчання» віднесено такі результати навчання:

РН03	Будувати і досліджувати моделі інформаційних процесів у прикладній області.
РН04	Виявляти інформаційні потреби і класифікувати дані для проектування програмного забезпечення.
РН09	Обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення; застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення.
РН10	Модифікувати існуючі та розробляти нові алгоритмічні рішення детального проектування програмного забезпечення.
РН14	Прогнозувати розвиток програмних систем та інформаційних технологій.

Мета дисципліни – ознайомлення з головними аспектами відгалуження напрямку штучного інтелекту, що спеціалізується на навчанні математичних моделей, аналізу їх функціонування, та моделювання структур, що є найбільш придатними для аналізу тих або інших прикладних завдань штучного інтелекту.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм. В якості мови програмування пропонується використання засобів мови Python та її бібліотек.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
РН03	РН03-1	досліджувати моделі інформаційних процесів в області машинного навчання;
РН04	РН04-1	класифікувати дані для машинного навчання
РН09	РН09-1	застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення з елементами та алгоритмами машинного навчання
РН09	РН09-2	розрізняти парадигми застосування регресії і класифікації та оцінювати точності навчених моделей
РН10	РН10-1	модифікувати існуючі та розробляти нові сценарії використання і застосування машинного навчання
РН14	РН14-1	прогнозувати рішення машинного навчання

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна викладається у першому семестрі відповідно до навчального

плану, тому додаткових вимог до базових дисциплін не встановлюється. Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу ґрунтується на знаннях, отриманих з вивчених дисциплін за попереднім рівнем освіти.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Розподіл за формами навчання, години							
	денна			вечірня		заочна		
	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	75	26	49	-	-	75	8	67
практичні	-	-	-	-	-	75	6	69
лабораторні	75	26	49	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	150	52	98	-	-	150	14	136

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	75
РН09-1 РН04-1	1. Основи мови програмування Python Поняття алгоритму. Особливості застосування мови програмування Python Алгоритмічні структури в мові Python. Модульність у програмі: функції та модулі. Типи даних Python	12
РН03-1 РН09-2 РН10-1	2. Введення в Data Science та Machine Learning Вступ в Data Science і Machine Learning. Базові поняття Big Data, Business Intelligence, Data Mining, Data Science, Machine Learning, Artificial Intelligence. Історія розвитку Data Science, сучасні перспективи. Особливості застосування Data Science. Огляд процесу Data Science проекту. Сценарії використання і застосування ML в сучасному світі.	12
РН04-1 РН09-2	3. Регресія і класифікація. Лінійна регресія. Поліноміальна регресія Методи побудови дерев рішень. Метод найближчих сусідів. Метрики оцінки якості регресії. Покращення якості регресійних моделей. Алгоритм покриття. Алгоритм CART. Байесовські методи класифікації. Метод опорних векторів: лінійний і нелінійний випадки	12

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
РН14-1 РН09-1 РН04-1	4. Кластеризація та рекомендаційні алгоритми Основні алгоритми кластеризації. Особливості застосування алгоритмів кластеризації. Метод к-середніх. Ієрархічний кластерний аналіз. Кореспонденс-аналіз.	13
РН09-2 РН03-1 РН09-1	5. Оцінка точності навчених моделей, вибір кращої Методи поліпшення якості моделей машинного навчання. Аугментація. Feature engineering. Cross-validation. Боротьба з перенавчанням. Боротьба з дисбалансом даних. Регуляризація моделі	13
РН14-1 РН09-1	6. Часові ряди і прогнозування подій Теоретичні аспекти прогнозування часових рядів. Основні методи та моделі прогнозування часових рядів. AR, MA, ARMA. ARIMA. VAR. Lstm.	13
	ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ	75
РН03-1 РН09-1	1. Основи мови програмування Python Підключення стандартних бібліотек. Програмування пробного додатку.	12
РН04-1 РН09-1	2. Введення в Data Science та Machine Learning Ініціалізація Основні елементи	12
РН09-2 РН09-1	3. Регресія і класифікація Розбір методів регресії та класифікації Програмування додатку	12
РН10-1 РН09-1	4. Кластеризація та рекомендаційні алгоритми Кластеризація та рекомендаційні алгоритми Базові налаштування	13
РН09-1 РН10-1	5. Оцінка точності навчених моделей, вибір кращої Оцінка точності навчених моделей, вибір кращої	13
РН14-1 РН09-2	6. Часові ряди і прогнозування подій Часові ряди Прогнозування подій	13
	ЗАГАЛОМ	150

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та конвертаційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Конвертаційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
лабораторні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час лабораторних занять		

	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи	виконання ККР під час екзамену за бажанням студента
--	----------------------------------	--	---

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання
для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
♦ спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
♦ спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур; ♦ здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах;	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
♦ здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
♦ зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<i>Відповідальність і автономія</i>		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів; ◆ відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів; ◆ здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії 	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди; – підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); – стресовитривалість; – саморегуляція; – трудова активність в екстремальних ситуаціях; – високий рівень особистого ставлення до справи; – володіння всіма видами навчальної діяльності; – належний рівень фундаментальних знань; – належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60	

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Використовуються лабораторії кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем (комп'ютерне та мультимедійне обладнання). Дистанційна платформа Moodle, MS Office 365, Microsoft Teams, мова програмування Python.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Wilson, Halsey (2018). Artificial intelligence. Grey House Publishing. ISBN 978-1682178676.
2. Charu C. Aggarwal. Neural Networks and Deep Learning. - Springer International Publishing, 2018. - XXIII, 497pp/ 128 b/w illustrations, 11 illustrations in colour
3. Hitoshi Iba, Nasimul Noman. Deep Neural Evolution. Deep Learning with Evolutionary Computation. :- Springer Singapore, 2020. - 438 pp/ 114 b/w illustrations, 107 illustrations in colour
4. Sandro Skansi. Introduction to Deep Learning. From Logical Calculus to Artificial Intelligence/. - Springer International Publishing, 2018. – 191 pp/ 38 b/w illustrations

5. Hamed Habibi Aghdam, Elnaz Jahani Heravi. Guide to Convolutional Neural Networks. A Practical Application to Traffic-Sign Detection and Classification. — Springer International Publishing, 2017. — 282 pp./ 39 b/w illustrations, 111 illustrations in colour
6. Najafabadi, M., Villanustre, F., Khoshgoftaar, T., Seliya, N., Wald, R. and Muharemagic, E. (2015). Deep learning applications and challenges in big data analytics. Journal of Big Data, 2(1).
7. Kuen, J., Lim, K. and Lee, C. (2015). Self-taught learning of a deep invariant representation for visual tracking via temporal slowness principle. Pattern Recognition.
8. M. Abadi et al., “TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems,” 2016.
9. Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A. Deep Learning; MIT Press: Cambridge, MA, USA, 2016.
10. Al-Rfou, R.; Alain, G.; Almahairi, A.; Angermueller, C.; Bahdanau, D.; Ballas, N.; Bastien, F.; Bayer, J.; Belikov, A.; Belopolsky, A.; et al. Theano: A Python framework for fast computation of mathematical expressions. arXiv 2016, arXiv:abs/1605.02688.

Інформаційні ресурси

1. Матеріали відкритого курсу OpenDataScience [Електронний ресурс]. – Електрон. дан. – Режим доступу: World Wide Web. – URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/344044>.
2. The latest in machine learning. Papers With Code [Електронний ресурс]. – Електрон. дан. – Режим доступу: World Wide Web. – URL: <https://paperswithcode.com/>.
3. THE NEURAL NETWORK ZOO. [Електронний ресурс]. – Електрон. дан. – Режим доступу: World Wide Web. – URL: <https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/>

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Машинне навчання» для магістрів освітньо-професійної програми «Інженерія
програмного забезпечення» зі
спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Розробник: С.Д. Приходченко

В редакції авторів

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19