

СОБУЦЬКИЙ В.О. ГУПАЛЮК В.М.

Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна

УДК 624.148.

ГЕОТЕХНІЧНА КАТЕГОРІЯ СКЛАДНОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ

Ключові слова: геотехнічна категорія складності, об'єкт реконструкції, експлуатаційна надійність.

Обґрунтована необхідність, з точки зору експлуатаційної надійності будівель і споруд, визначення геотехнічної категорії складності об'єкту реконструкції. Запропонована методика визначення геотехнічної категорії складності об'єкту реконструкції.

Обоснована необходимость, с точки зрения эксплуатационной надежности зданий и сооружений, определения геотехнической категории сложности объекта реконструкции. Предложена методика определения геотехнической сложности объекта реконструкции.

Reasonable necessity, from the point of view operating reliability of building and building construction, determination of geotechnical category of complication of object of reconstruction. Methodology of determination of geotechnical category of complication of object of reconstruction is offered.

Для встановлення складу та змісту проектною документації на нове будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт та технічне переоснащення будинків, будівель, споруд та їх комплексів чинні нормативні документи [1 - 3] вимагають визначення категорії складності об'єкту будівництва за складністю архітектурно-будівельного рішення та класу наслідків (відповідальності) таких об'єктів.

Загальноприйнятою в міжнародній геотехнічній

практиці є вимога, щоб нове будівництво, реконструкція або роботи з відновлення експлуатаційної надійності існуючих будівель і споруд в умовах міської забудови проводились тільки за умови геотехнічного супроводження на всіх етапах будівельного процесу [4 - 9].

Для визначення оптимального складу і обсягів робіт з геотехнічного супроводження будівельного процесу в умовах існуючої міської забудови, автори розробили і пропонують до впровадження методика визначення геотехнічної категорії складності об'єкту будівництва чи реконструкції, виходячи з поєднання ступеню експлуатаційної надійності ґрунтової основи, ступеню експлуатаційної надійності досліджуваної будівлі та категорії ризику для навколишньої забудови при будівництві (реконструкції) досліджуваного об'єкту.

Запропоновано розрізнити три геотехнічні категорії, що відповідають рівню складності вирішення геотехнічної задачі, яка полягає в забезпеченні експлуатаційної надійності міської забудови при реконструкції та відновленні надійності об'єкту і його ґрунтової основи:

- I – відповідає рядовій задачі мінімальної складності;
- II – відповідає задачі середньої складності;
- III – відповідає задачі підвищеної складності.

Ступінь експлуатаційної надійності ґрунтової основи досліджуваної будівлі визначається на основі результатів аналізу інженерно-геологічної та гідрологічної ситуації ділянки забудови за чотирьох-ступеневою шкалою класифікаційних ознак згідно табл. 1.

Ступінь експлуатаційної надійності досліджуваної будівлі визначається на основі результатів обстеження та визначення технічного стану несучих конструкцій

**X Всеукраїнська науково-технічна конференція
«БУДІВНИЦТВО В СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ»**

Таблиця 1. Класифікація ґрунтових основ за ступенем їх експлуатаційної надійності.

Ступінь експлуатаційної надійності, умови удівництва та експлуатації	Придатність для забудови	Величини деформацій основи	Характерні ознаки інженерно-геологічних (ґрунтових) умов	Рекомендації із забезпечення експлуатаційної надійності будівель і споруд
1	2	3	4	5
I, нормальні (звичайні)	Повністю придатні без проведення інженерних заходів	$S_0 + S \leq S_u$	Фізико-геологічні процеси і явища, які негативно впливають на умови експлуатації будівлі чи споруди, відсутні. Динамічні коливання (сейсмічні, вібраційні) у ґрунтах, що генерують небезпечні зміщення будівельних конструкцій неможливі. Величини деформацій будівлі сумісно з основою не перевищують граничних значень для конструкцій будівель та споруд, що не пристосовані до сприймання нерівномірних деформацій основи. В основному I-й тип ґрунтових умов.	Строго дотримуватися вимог Положення про організацію і проведення реконструкції, ремонту і технічного обслуговування будівель і споруд.
II, середні	Обмежено придатні без проведення інженерних заходів	$S_0 + S > S_u$ $S_0 + S \leq S'_u$	Сейсмонебезпечні території (Крим, Одеська область, Прикарпаття), на яких можливі динамічні коливання у ґрунтах (сейсмічні природні та вібраційні від техногенних джерел), що генерують небезпечні зміщення будівельних конструкцій. Території з великими площами залягання просадкових ґрунтів першого типу просадковості (Захід і центр України), обводнених до ступеню вологості $S_r \geq 0,8$ слабких ґрунтів (біогенних, елювіальних, делювіальних, засоленних, насипних і мулистих), набрякаючі ґрунти, що мають особливі властивості. Ґрунтові процеси тут розвиваються упорядковано, протікають закономірно і, звичайно, повільніше, ніж сейсмонебезпечні. Вертикальні і горизонтальні деформації основи викликають деформації будівлі, величини яких перевищують граничні значення для об'єктів, що не пристосовані до сприймання нерівномірних деформацій основи, але не перевищують граничні значення для будівель, які пристосовані до сприймання вказаних деформацій. Осадки будівель і споруд протікають нерівномірно. Високе стояння рівня ґрунтових вод.	Проектування будівель і споруд повинне враховувати можливість прояву понаднормативних деформацій, що перевищують граничні значення для несучих конструкцій. При розрахунках конструкцій на природний сейсмічний вплив його параметри визначаються приблизно. Використовуються верхні граничні значення цих параметрів. Параметри техногенних вібраційних імпульсів визначаються з достатньою точністю. В цих випадках використовують методи розрахунків, розроблені для захисту будівель від природних сейсмічних хвиль.
III, важкі	Не придатні без проведення інженерних заходів	$S_0 + S > S_u$ $S_0 + S \geq S'_u$	Підроблювані території (Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Львівська області). Території великих міст, де ведуть проходку тунелів метро і будівництво підземних споруд. Ділянки забудови, де поруч з існуючими будівлями споруджують будинки великої висоти, що завдають значний тиск на ґрунт.	Конструктивні методи захисту будівель і споруд можуть бути двох типів. При застосуванні заходів за принципом гнучкості, будівля має бути достатньо міцною, але податливою

**X Всеукраїнська науково-технічна конференція
«БУДІВНИЦТВО В СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ»**

Продовження Таблиці 1. Класифікація ґрунтових основ за ступенем їх експлуатаційної надійності

1	2	3	4	5
			<p>Території і площі, на яких проводиться дренаж недоущільнених ґрунтів.</p> <p>Вертикальні і горизонтальні деформації основи викликають деформації будівлі, величини яких перевищують граничні значення як для об'єктів, що не пристосовані до сприймання нерівномірних деформацій основи, так і для будівель, які пристосовані до сприймання вказаних деформацій. Осадки будівель і споруд протікають нерівномірно. Можливі прояви різкої втрати стійкості ґрунтів.</p> <p>Процеси осідання та деформування ґрунтових масивів і земної поверхні розвиваються упорядковано, але протікають незалежно від тиску на ґрунт фундаментів зведених на них будівель і споруд.</p> <p>На земній поверхні утворюються неглибокі западини – мульди зрушення. На відміну від другої групи складних умов, у третій групі звичайно є можливість достатньо точно розрахувати потрібні для проектування захисту будівель і споруд параметри нерівномірної осадки і горизонтальних деформацій ґрунтової основи. Як правило, III-й тип ґрунтових умов.</p>	<p>вою, спроможною повторювати контур осідання земної поверхні або ступеня нерівномірності стиснення ґрунтової основи. При застосуванні захисту за принципом жорсткості, будівля має зберегти форму і осідати, як єдине ціле.</p> <p>Будівництво на територіях цієї групи складності допускається за наявності висновку спеціалізованої організації, який містить рекомендації щодо вибору інженерних рішень для забезпечення надійної експлуатації будівель і споруд або відновлення їх експлуатаційної придатності у випадку виникнення недопустимих деформацій несучих конструкцій.</p>
<p>IV, надважкі</p>	<p>Практично не придатні</p>	<p>$S_0 + S \gg S'_u$</p>	<p>Підгрупа А. Зсувонебезпечні території, а також ділянки, небезпечні щодо розвитку берегової абразії, для яких характерне незатухаюче деформування та руйнування земної поверхні після її переміщення, з великою горизонтальною складовою. Нерівномірність осідання земної поверхні призводить до локальної або суцільної руйнації ґрунту з утворенням провалів, тріщин і уступів.</p> <p>Підгрупа Б. Карсто- і суфозійнонебезпечні території, ділянки поверхні, з підземними техногенними порожнинами порівняно невеликих розмірів, площі залягання лесових ґрунтів II-го типу просадковості на півдні України, а також дуже засолені ґрунти. Характеризується або повною руйнацією локальних ділянок ґрунтового масиву з утворенням на земній поверхні окремих провалів, горизонтальні розміри яких менші за горизонтальні розміри будівель і споруд, або неповною руйнацією значних площ з утворенням на земній поверхні уступів, поділених розкритими ґрунтовими тріщинами.</p> <p>Підгрупа В. Території над підземними камерами залізорудних покладів Кривого Рогу, ділянки вздовж високих крутих схилів, складені потужними обводненими товщами лесів, де можливі зсувні процеси у вигляді велетенських суфозійних викидів. Процеси в ґрунтах протікають настільки інтенсивно, що окремі провали зливаються в суцільні зони обвалення, глибина провалів досягає багатьох метрів, структура ґрунтових масивів між ними також руйнується, ґрунти розпушуються, їх несуча здатність різко зменшується.</p>	<p>У підгрупі А внаслідок стохастичного характеру протікання процесів переміщення ґрунту, глибина та розміри провалів, розкриття тріщин, тощо, можуть бути визначені лише приблизно застосуванням імовірнісних методів розрахунків. Захисні заходи зводяться виключно до зміцнення ґрунтових масивів.</p> <p>У підгрупі Б захист будівель і споруд зводиться до значного посилення міцності наземних конструкцій. Якщо процес не зупинити, він звичайно завершується повною руйнацією ґрунтового масиву разом з розташованими на ній будівлями.</p> <p>У підгрупі В експлуатаційна надійність будівель і споруд не може бути забезпечена ніякими захисними заходами, будівництво в таких зонах має бути заборонене, а існуючі будівлі та споруди підлягають знесенню. Такі зони вилучаються зі складу міських територій.</p>

Примітка. Табл. 1 є результатом науково-дослідних робіт з урахуванням та в розвиток положень чинних нормативних документів, першоджерел [2, 12÷17].

- $S = S_0 + S_n$ – розрахункові величини сумарних сумісних деформацій будівлі з основою в реальних інженерно-геологічних умовах;

- S_0 – величина сумісних деформацій для нормальних (звичайних) інженерно-геологічних умов; - S_n – те саме, додаткових сумісних деформацій з урахуванням параметрів викривлення основи в складних ІГУ;

- S_n та S'_n – значення граничних сумісних деформацій залежно від конструктивної схеми будівлі (споруди) для випадків, коли їх конструкції не розраховані (S_n) або розраховані (S'_n) на зусилля, що виникають в них при взаємодії з основою.

Таблиця 2. Категорії ризику для навколишньої забудови при реконструкції (відновленні) експлуатаційної надійності існуючих об'єктів.

Категорія ризику для навколишньої забудови	При реконструкції з відновленням експлуатаційної надійності	При новому будівництві
1	2	3
1	Реконструкція будівлі чи споруди здійснюється без збільшення навантаження на основу та без змін статичних умов роботи основи. Клас наслідків (відповідальності) будівель і споруд СС1 , категорія відповідальності конструкцій B згідно ДБН В.1.2-14-2009 [13].	Навколишня забудова знаходиться поза зоною впливу об'єкту будівництва (за статичними умовами роботи його основи, а також за впливом техногенних факторів).
2	Реконструкція будівлі чи споруди передбачає зміну навантаження на існуючі фундаменти і (або) зміну статичних умов роботи основи без її перенавантаження; без використання критичних технологій влаштування фундаментів, дотримується критерій по допустимих додаткових деформаціях об'єкту реконструкції і навколишньої забудови. Клас наслідків (відповідальності) будівель і споруд СС2 , категорія відповідальності конструкцій B згідно ДБН В.1.2-14-2009 [13].	Навколишня забудова знаходиться поза зоною впливу об'єкту будівництва за статичними умовами роботи його основи, але попадає в зону впливу техногенних факторів, пов'язаних, в т.ч., з проведенням робіт (дотримується критерій по допустимих додаткових деформаціях навколишньої забудови без проведення заходів з її посилення).
3	Реконструкція будівлі передбачає зміну навантаження на існуючі фундаменти і (або) зміну статичних умов роботи основи; використовуються критичні технології влаштування нових фундаментів. Клас наслідків (відповідальності) будівель і споруд СС3 , категорія відповідальності конструкцій A згідно ДБН В.1.2-14-2009 [13].	Навколишня забудова знаходиться в зоні впливу об'єкту, що будується (не дотримується критерій по допустимих додаткових деформаціях навколишньої забудови без проведення інженерно-технічних заходів з її підсилення).

**X Всеукраїнська науково-технічна конференція
«БУДІВНИЦТВО В СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ»**

Таблиця 3. Склад і обсяги робіт з геотехнічного супроводження будівництва (реконструкції) об'єкту в умовах існуючої забудови

Категорія геотехнічної складності	Склад і обсяги робіт з геотехнічного супроводження будівництва (реконструкції)
1	2
I	<ul style="list-style-type: none"> - вивчення існуючих матеріалів інженерно-геологічних вишукувань; - визначення стану фундаментів і ґрунтів основи; - визначення режиму експлуатації та утримання будівлі з метою встановлення факторів, що негативно впливають на основу).
II	<ul style="list-style-type: none"> - вивчення та аналіз матеріалів інженерно-геологічних і гідрогеологічних вишукувань минулих років; - визначення фізико-механічних і деформаційних характеристик ґрунтів у найвідповідальніших ділянках будівлі; - при розбіжності одержаних додатковими інженерно-геологічними вишукуваннями результатів з архівними матеріалами – статичне зондування і буріння контрольних свердловин за межами будівлі з відбором та випробуванням зразків ґрунту; - визначення фактичних розмірів і глибини фундаментів; - визначення міцності матеріалу фундаментів неруйнівними методами, оцінка стану пошкоджених конструктивних елементів; - ревізія внутрішніх та зовнішніх водонесучих комунікацій; - вивчення гідрологічного режиму ґрунтових вод; - визначення місцезнаходження підземних споруд (якщо такі є) на ділянці забудови.
III	<p>(Додатково до робіт по категорії II):</p> <ul style="list-style-type: none"> - розкопування шурфів біля всіх вертикальних несучих конструкцій в найнебезпечніших місцях з обмірами фундаментів, відбором і випробуванням ґрунтів основи; - визначення міцності матеріалу фундаментів неруйнівними методами і лабораторними випробуваннями зразків; - статичне зондування і буріння контрольних свердловин (в обсязі, передбаченому для нового будівництва); - у випадку пальової основи – визначення фактичної довжини паль, оцінка їхнього стану і несучої здатності; - розробка технологічного регламенту відновлювальних робіт; - участь спеціаліста-геотехніка на всіх стадіях будівельного процесу); - обстеження будівель і споруд, що попадають у зону ризику; - геотехнічний прогноз можливих деформацій будівлі; - моделювання найнебезпечніших містобудівельних ситуацій на ділянці забудови; - наукове супроводження складних або новітніх технологій в процесі проведення комплексу геотехнічних заходів; - геотехнічний моніторинг на стадії проведення робіт; - вибір бережливої технології робіт нульового циклу.

надійності досліджуваної будівлі (вісь Y) та категорії ризику для навколишньої забудови при реконструкції, відновленні чи нового будівництва досліджуваного об'єкту (вісь Z).

Залежно від геотехнічної категорії складності об'єкту відновлення (реконструкції) назначають склад і обсяг комплексу робіт з геотехнічного супроводження усіх стадій будівельного процесу за табл. 3.

Визначення геотехнічної категорії складності об'єкту реконструкції розглянемо на прикладі будинку № 87 на вул. 16 Липня у м. Рівному

Згідно результатів інженерно-геологічних вишукувань ділянки забудови природною основою стрічкових фундаментів досліджуваної будівлі слугує супісок пластичний лесоподібний, з включенням карбонатів, ясно шаруватий, з наступними значеннями показників фізико-механічних властивостей: природна вологість $W = 0,22$; ступінь вологості $S_r = 0,94$; модуль деформації $E = 18,0$ МПа; коефіцієнт пористості $e = 0,63$; питома вага ґрунту $\gamma_{II} = 19,80$ кН/м³; кут внутрішнього тертя $\varphi_{II} = 25^\circ$; коефіцієнт зчеплення $c_{II} = 14,0$ кПа.

Аналізом комплексу чинників, що характеризують умови розвитку карсту, ознак проявів карстово-суфозійних явищ не виявлено. Відповідно з п. 3.2.9.1 ДБН А.2.1-1-2008, досліджувана ділянка забудови відноситься до категорії стійкості V відносно карстових провалів.

Сейсмічність досліджуваної ділянки забудови згідно 12-ти бальної шкали MSK-64 (С.В. Медведев, W. Sponheuer, V. Karnik) – 6 (шість) балів.

Згідно табл. 1 ґрунтова основа досліджуваного будинку класифікується за другим (2) ступенем експлуатаційної надійності і відноситься до територій, які обмежено придатні для забудови без проведення інженерно-технічних заходів.

Категорія технічного стану об'єкту реконструкції визначалась на основі результатів обстеження та визначення технічного стану його несучих конструкцій і конструктивних елементів.

Згідно вимог чинних нормативних документів [10, 11] експлуатаційна надійність досліджуваної будівлі

і конструктивних елементів згідно таблиць нормативних документів [10 - 12].

Категорія ризику для навколишньої забудови при реконструкції (відновленні) досліджуваного об'єкту визначається за трьохступеневою шкалою згідно табл.2 залежно від виду та обсягів реконструктивних робіт і їх впливу на напружено-деформований стан ґрунтової основи.

Визначення геотехнічної категорії складності об'єкту реконструкції, відновлення чи нового будівництва виконується за тетраграмою на рис. 1, виходячи з поєднання ступеню експлуатаційної надійності ґрунтової основи (вісь X), ступеню експлуатаційної

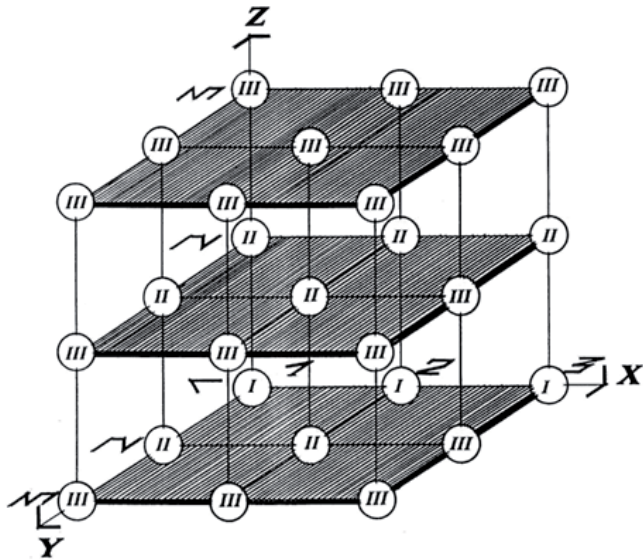


Рис.1. Тетраграма для визначення ступеню геотехнічної складності реконструкції в умовах існуючої міської забудови: X – ступінь експлуатаційної надійності ґрунтової основи (1, 2, 3); Y – ступінь експлуатаційної надійності досліджуваної будівлі (1, 2, 3); Z – категорія ризику для навколишньої забудови (1, 2, 3); I, II, III – геотехнічна категорія складності об'єкту.

класифікована за третім (3) ступенем, технічний стан – незадовільний, ступінь пошкодження об'єкту – значний. Експлуатація елементів будівлі можлива лише за умови проведення капітального ремонту.

Категорія ризику для навколишньої забудови при відновленні досліджуваного об'єкту залежно від виду та обсягів реконструктивних (відновлювальних) робіт і їх впливу на напружено-деформований стан ґрунтової основи класифікована за третім (3) ступенем згідно табл. 2.

Визначення геотехнічної категорії складності об'єкту реконструкції виконувалось за тетраграмою на рис. 1, виходячи з поєднання ступеню експлуатаційної надійності ґрунтової основи (вісь X), категорії технічного стану досліджуваної будівлі (вісь Y) та категорії ризику для навколишньої забудови при відновленні досліджуваного об'єкту (вісь Z).

При ступеню експлуатаційної надійності ґрунтової основи 2, категорії технічного стану досліджуваної будівлі 3 та категорії ризику для навколишньої забудови при відновленні досліджуваного об'єкту 3 категорія геотехнічної складності об'єкту дослідження класифікується як III (третя), для якої обов'язковою умовою є виконання комплексу робіт з геотехнічного супроводження усіх стадій будівельного процесу згідно табл. 3.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон про регулювання містобудівної діяльності № 3038-VI, 17.02. 2011 / ВР України.
2. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009. - [Чинні від 2009-12-01]. - К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. - 37 с. - (Будівельні норми України).
3. Склад та зміст проектної документації для будівництва: ДБН А.2.2-3-2012. - [Чинні від 2014-10-01]. - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. - III, - 25 с. - (Будівельні норми України).
4. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1:2004, IDT): ДСТУ Н Б EN 1997-1:2010 Єврокод-7. - [Чинний від 2013-07-01]. - К.: Укрархбудінформ, 2013. - VII, 224 с. - (Національний стандарт України).
5. Улицкий В.М. Геотехническое сопровождение реконструкции городов (обследование, расчеты, ведение работ, мониторинг) / Улицкий В.М., Шашкин А.Г. - С.-Петербург, 1999. - 327 с.
6. Basis of structural of design (Основи проектування конструкцій): ENV 1991-1:1994 Evrocode.
7. General principles of reliability for structures: ISO 2394:1994.
8. Nowak A.S. Reliability of Structure / Nowak A.S. and Collins K.R. - New York: McGraw-Hill Ed, 2000. - 338 p.
9. Designers' Guide to EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical Design – General Rules / [R. Frank, C. Bauduin, R. Driscoll and oth.]. - Thomas Telford Ltd, 2004.- 232 p.
10. Житлові будинки. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків: СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009.
11. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель та споруд. Затверджені спільним наказом Держбуду України та Держжорнапрпраці за № 32/288. Держбуд України. - К., 1997. - 145 с.
12. Собуцький В.О. Експлуатаційна надійність міських будівель і споруд: основи теорії і практика. Монографія / Собуцький В.О., Собуцький О.В. - Рівне: НУВГП, 2013. - 225 с.
13. Основи і фундаменти будівель та споруд: ДБН В.2.1-10-2009. - [Чинні від 2009-07-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 104 с. - (Будівельні норми України).
14. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1 – 14:2014 / науковий керівник Ю.І. Немчинов [Чинні від 2014-10-01]. - К.: Мінрегіон України, 2004. - VI, - 110 с. - (Будівельні норми України).
15. Ґрунти. Класифікація: ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95). - [Чинний від 1997-04-01]. - К.: Укрархбудінформ, 1997. - IV, 42 с. - (Національний стандарт України).
16. Клепиков С.Н. Расчет зданий и сооружений на просадочных грунтах / Клепиков С.Н., Трегуб А.С., Матвеев И.В. - К.: Будівельник, 1987.- 198 с.
17. Residential slabs and footings: Australian Standard (1986). – A. S. 2870, 1986.