

УДК 341.1/8 : 347.85

DOI <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2026.93.5.41>

## АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ БЕЗПЕКИ КОСМІЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Гордеюк А.О.**,  
кандидат юридичних наук, доцент,  
професор «ХАІ», доцент кафедри права  
Національного аерокосмічного університету  
«Харківський авіаційний інститут»,  
ORCID: 0000-0001-7423-3673  
e-mail: a.hordeiuk@khai.edu

### **Гордеюк А.О. Актуальні проблеми правового регулювання безпеки космічної діяльності.**

У даній роботі проведено аналіз проблем правового регулювання безпеки космічної діяльності, зокрема стосовно демілітаризації і техногенного забруднення космічного простору. Вказано на причини виникнення зазначених проблем, а саме, на прогалини у чинному міжнародному космічному законодавстві (зокрема в Договорі про принципи діяльності держав з дослідження і використання космічного простору, включаючи Місяць та інші небесні тіла від 1967 р. (Договір про космос)), які стосуються заборони використання не будь-якої зброї, а лише зброї масового знищення та ядерної зброї у космічному просторі відповідно до принципу, котрий прописаний у зазначеному Договорі про космос. А також у статті акцентовано на відсутність потужного правового забезпечення на міжнародному рівні екології космосу нормами жорсткого права (конвенційними нормами). Зауважено на те, що зазначені проблеми в сфері космічної діяльності взаємопов'язані, тобто техногенне забруднення космічного простору (створення «космічного сміття») відбувається здебільшого внаслідок руйнування (фрагментації) космічних об'єктів подвійного призначення (військового та цивільного), а екологічно небезпечне космічне середовище, у свою чергу, загрожує безпечному перебуванню людини у космосі та функціонуючим космічним об'єктам, що перебувають у космічному просторі з дослідницькими цілями, наприклад, Міжнародній космічній станції (МКС), яка вимушена постійно змінювати свою локацію, щоб уникнути зіткнення з небезпечними уламками знищених супутників та інших відпрацьованих космічних апаратів. З оглядом на проведену аналітику, обґрунтовано необхідність оновлення міжнародного космічного законодавства з урахуванням викликів сучасних реалій, і розроблення конвенційних моделей, які мають ефективно регламентувати забезпечення безпеки космічної діяльності в аспектах її демілітаризації та упередження збільшення «космічного сміття» шляхом встановлення законодавчих правил експлуатації та утилізації фрагментів супутників та введення мораторію на використання протисупутникової зброї прямого ураження, зокрема «ASAT». Зауважено на доцільність правової регламентації безпечного дослідження і використання космічного простору на національному рівні не лише в інтересах окремих космічних держав та їхніх приватних компаній, а з урахуванням ключового принципу міжнародного космічного права «про мирне засвоєння космосу в інтересах саме всього людства», визначеного в Договорі про космос, тому що такий позитивний підхід первинних суб'єктів міжнародного космічного права сприятиме стримуванню динаміки космічної гонки озброєння та безконтрольного збільшення «космічного сміття», що відповідає інтересам всіх країн світу.

**Ключові слова:** міжнародне космічне право, космічний простір, суб'єкти космічної діяльності, космічна безпека, екологія космосу, техногенне забруднення космосу, космічне сміття, демілітаризація космічної діяльності.

### **Hordeiuk A.O. Current issues of legal regulation of space activities.**

In this research, an analysis of the problems of legal regulation of the safety of space activities, in particular regarding the demilitarization and man-made pollution of outer space. The reasons

for the emergence of these problems are indicated, namely, the gaps in the current international space legislation (in particular in the Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies of 1967 (Outer Space Treaty)), which relate to the prohibition of the use not of any weapons, but only of weapons of mass destruction and nuclear weapons in outer space in accordance with the principle enshrined in the aforementioned Outer Space Treaty. The article also emphasizes the lack of strong legal support at the international level of space ecology by hard law norms (conventional norms). It is noted that the problems posed in the field of space activities are interrelated, that is, man-made pollution of outer space (creation of “space debris”) occurs mostly as a result of the destruction (fragmentation) of dual-purpose space objects (military and civilian), and the ecologically hazardous environment, in turn threatens safe unsafe outer space, in turn, threatens the safe stay of humans in space and functioning space objects moving in outer space for research purposes, for example, the International Space Station (ISS), which is forced to constantly change its location to avoid collisions with dangerous debris from destroyed satellites and other spent spacecraft. Based on the analysis carried out, the need to update international space legislation taking in accordance with current realities, and the development of conventional models that can effectively regulate safety and security is highlighted of space activity in aspects of demilitarization and anticipating the increase in “space debris” by establishing legislative rules for operation and disposal of satellite fragments and introduction of a moratorium on direct attack prosatellite weapons, in particular “ASAT”. The importance of legal regulation of the safe exploration of outer space on the national level is respected not only in the interests of individual space states and their private companies, but taking into account the basic principle of international space law “on the peaceful exploration of outer space in the interests of all mankind”, because such a positive approach by primary subjects of international space law will contribute to curbing the dynamics of space arms race and the uncontrolled increase of space debris, which is in the interests of all countries of the world.

**Key words:** international space law, outer space, subjects of space activity, space security, space ecology, man-made space pollution, space debris, demilitarization of space activity.

**Постановка проблеми.** Феномен безпеки космічної діяльності на думку науковців у міжнародно-правовому сенсі є новітнім і за своєю суттю складним та багатоплановим. Безпека в космосі – це багатогранне питання, що включає в себе різні аспекти, від запобігання космічним катастрофам до забезпечення ефективного міжнародного співробітництва [1; 2]. Сучасні тенденції розвитку космічної діяльності, серед яких її комерціалізація, використання супутникових технологій, протидія кіберзагрозам, техногенне забруднення космосу, мілітарі-діяльність в космічному просторі, тривале перебування людини у космосі, розвиток космічного туризму, зумовлюють необхідність удосконалення правового регулювання космічної безпеки з урахуванням складних реалій сучасного світу, а також проведення нових досліджень у відповідному напрямку.

**Мета даного дослідження** полягає в проведенні аналітики сучасного стану міжнародного космічного права в аспекті недостатньо ефективного забезпечення його нормами безпечної космічної діяльності та у висуванні пропозицій щодо трансформації чинних нормативних положень з оглядом на актуальні проблеми у засвоєнні космічного простору, зокрема стосовно його активної мілітаризації та порушення космічної екології, що тягнуть за собою додаткові ризики для перебування людини у космосі та здійснення важливих космічних програм у подальшому.

**Стан опрацювання проблематики.** Проблеми безпеки космічної діяльності висвітлено у багатьох працях сучасних дослідників, зокрема О.М. Григорова, О.В. Драгана, Н.Р. Малишевої, О.С. Стельмаха, В.В. Семеняки, Петера Г.Г. та інших. Обрана для вивчення тематика надалі ставатиме все більш актуальною, враховуючи, що все «більше питань на сьогодні виникає до ефективності міжнародного права», в тому числі міжнародного космічного права, з оглядом на зростання загроз всесвітній безпеці у зв'язку з агресивними військовими діями РФ проти України, зокрема «запусками державою-агресором на навколосеземну орбіту супутників подвійного призначення для потреб як цивільної так і військової інфраструктури» [3]. Нагальним є питання розробки конструктивних регламентів утилізації орбітального сміття та встановлення правової заборони на використання небезпечної протисупутникової зброї, якому приділяють увагу науковці у своїх наукових працях (О.В. Драган, В.В. Семеняка та інші), а також, на наш погляд, важливою є тематика стосовно розроблення оптимальної кримінологічної моделі космічної безпеки (Петер Г.Г.).

Важливість зазначених проблем зумовлює продовження наукових досліджень у напрямку забезпечення ефективного правового регулювання космічною безпекою.

**Виклад основного матеріалу.** Поряд із очевидними благами, які принесло людству освоєння космічного простору, на жаль, на сьогодні достатньо гостро постало питання забезпечення його безпечного використання.

Першочергової уваги, на наш погляд, потребує проблема демілітаризації космічної діяльності, яка є глобальною для всього людства, а з урахуванням військової агресії РФ (що вважається однією із потужних космічних держав) проти України та порушенням загальних принципів міжнародного права, котрі закріплені в Статуті ООН (суверенна рівність держав, мирне вирішення міжнародних спорів, незастосування сили або погрози силою, невтручання у внутрішні справи), набуває особливої актуальності, тому що агресивні війни, що починаються на Землі цілком здатні спровокувати активні зоряні війни, які можуть загрожувати земній цивілізації.

В 1967 році в рамках ООН був підписаний Договір про принципи діяльності держав з дослідження і використання космічного простору, включаючи Місяць та інші небесні тіла (далі – Договір про космос). Цей Договір є одним із основних міжнародних нормативних актів у сфері правового регулювання використання космічного простору, оскільки в ньому прописані принципи міжнародного космічного права. Серед принципів, сформульованих світовою спільнотою, в Договорі про космос визначається керівне положення щодо демілітаризації космічного простору [4, с. 32].

Так, у ст. IV цього Договору про космос визначається обов'язок держав не виводити на орбіту навколо Землі будь-які об'єкти з ядерною зброєю чи будь-якими іншими видами зброї масового знищення, не встановлювати таку зброю на небесних тілах і не розміщувати її в космічному просторі іншим чином. Місяць та інші небесні тіла використовуються всіма державами-учасниками Договору про космос виключно в мирних цілях [5]. Тобто, у Договорі про космос прописано лише про часткову демілітаризацію космічного простору, що на сучасному етапі розвитку цивілізації, враховуючи нестабільність політичної ситуації та агресивне порушення норм та принципів міжнародного права з боку певних ядерних держав, створює величезну небезпеку у світовому масштабі. Тому вважаємо, що є необхідність переглянути положення Договору про космос щодо часткової демілітаризації космічного простору та скоректувати його формулу, встановлюючи сувору заборону апробації та розміщення будь-якої зброї у космічному просторі з визначенням можливості використання його суто в мирних цілях як Місяця та інших небесних тіл [4, с. 33].

Зазначена пропозиція обговорюється на міжнародних форумах, які є платформою для проголошення актуальних «космічних проблем» та висування пропозицій щодо їх вирішення (Всесвітні конференції ООН з досліджень та використання космічного простору в мирних цілях (ЮНІС-ПЕЙС)).

Слід також зауважити на наукову думку, зокрема О.М. Григорова, про «застій» у правотворчій практиці створення сучасних міжнародно-правових механізмів регулювання космічної діяльності. На жаль, Комітет ООН з використання космічного простору у мирних цілях (далі – Комітет ООН з космосу) останнім часом переважно приділяє увагу розробці рекомендаційних документів, в яких закріплюється спільна позиція держав-учасниць ООН щодо правового регулювання загальних аспектів космічної діяльності [6, с. 111].

Окрім проблеми демілітаризації космічної діяльності ще однією негативною тенденцією, що робить небезпечним подальше дослідження і використання космічного простору, є його забруднення об'єктами техногенного походження, яке називають «космічним сміттям». До категорії «космічного сміття» відносять нефункціонуючі космічні апарати, останні ступені ракет-носіїв, їхні фрагменти, операційні елементи запусків тощо. Такі об'єкти здатні суттєво загрожувати космічним проектам, новим штучним об'єктам, що запускаються у космічний простір за певними космічними програмами, життю та здоров'ю людей, що з певною місією можуть перебувати у космосі.

Сучасне міжнародне космічне право нині у повному обсязі не вирішує глобальну проблему охорони навколоземного космічного простору від техногенного забруднення, однак при створенні норм міжнародного космічного права передбачалось її виникнення та були розроблені нормативні положення, спрямовані на забезпечення екологізації космічної діяльності. Так, вимоги щодо екологічної безпеки космічної діяльності закріплені у ст. IX Договору про космос, де зазначено, що держави-учасниці Договору проводять вивчення і дослідження космічного простору, включаючи Місяць та інші небесні тіла, таким чином, щоб уникати їх шкідливого забруднення, а також не-

сприятливих змін земного середовища внаслідок доставки позаземної речовини, із цією метою, у разі необхідності, вживають відповідних заходів [5].

Проблема техногенного засмічення космічного простору протягом багатьох років перебуває в центрі уваги Комітету ООН з космосу. Якщо проаналізувати його діяльність у період 90-х років ХХ століття, то він визначав наступні види спричинення можливої шкоди екології космосу внаслідок здійснення космічної діяльності: шкода заподіяна сміттям, що циркулює у космічному просторі; шкода, заподіяна викидами шкідливих речовин; шкода, заподіяна фрагментацією космічної техніки у результаті руйнування; шкода, заподіяна діяльністю космічних станцій; шкода заподіяна супутниками, що застосовують сонячні джерела енергії; шкода, заподіяна ядерними та радіоактивними джерелами тощо.

Слід зазначити, що з 1993 р. дослідження питання загального впливу космічної діяльності на довкілля стало головною метою діяльності Міжагентського координаційного комітету із попередження утворення космічного сміття (далі – МККС). В результаті тісної співпраці МККС з Комітетом ООН з космосу у 2008 р. були прийняті «Керівні принципи щодо запобігання утворенню космічного сміття» [6, с. 116-117].

Окрім «Керівних принципів щодо запобігання утворенню космічного сміття» у якості регіонального документу, спрямованого на вирішення відповідної проблеми, слід виділити «Європейський кодекс поведінки щодо запобігання утворення космічного сміття» від 2004 р. (далі – Кодекс 2004 р.). Цей Кодекс був розроблений спільно з космічним агентством Європи (ЄКА), Італійським космічним агентством (ASI), Британським національним космічним центром (BNSC), Французьким національним центром космічних досліджень (CNES), Німецьким аерокосмічним центром (DLRV).

Кодекс 2004 р. органічно узгоджений із «Керівними принципами запобігання утворення космічного сміття», що були розроблені МККС разом з Комітетом ООН з космосу, а також відповідає напрямам європейської політики щодо запобігання поширенню космічного сміття. Основними завданнями документа визначається: закріплення вимог для запобігання руйнувань і зіткнень на орбіті; видалення та подальшої утилізації космічних апаратів із «корисних густонаселених районів орбіти» наприкінці терміну їх експлуатації; обмеження об'єктів, які вивільняються під час звичайних операцій. Основними цілями Кодексу 2004 р. є: запобігання зіткнень на орбіті; усунення космічних апаратів, чия місія завершена, з корисних, часто використовуваних районів орбіти; обмеження об'єктів, що вивільняються під час звичайних операцій [6, с. 120].

Однак як «Керівні принципи щодо запобігання утворенню космічного сміття» від Комітету ООН з космосу та МККС, так і положення Кодексу 2004 р., є нормами м'якого права, які лише рекомендовані до виконання. Тобто застосування цих нормативних актів є абсолютно добровільним для суб'єктів міжнародного космічного права, хоча їхні положення можуть мати обов'язкову силу у разі закріплення у правових документах між договірними сторонами. Вважаємо, що рекомендаційний характер нормативних актів не свідчить про наявність потужного правового підґрунтя для регламентації екологічного використання космічного простору, а можливість обов'язковості їх положень на випадок виникнення договірних відносин між космічними державами, не передбачає ніяких гарантій запобігання подальшому поширенню космічного сміття. Тому, як і стосовно вирішенні проблеми демілітаризації космічної діяльності, необхідним є створення нових конвенційних моделей правового регулювання космічної екології з метою забезпечення потужного правового підґрунтя для космічної безпеки не рекомендованими нормами м'якого права, а нормами жорсткого права, які обов'язкові для виконання державами, що активно використовують космічний простір. Доцільним є також розроблення ефективних національних стандартів, спрямованих на боротьбу з поширенням космічного сміття, які мають перманентно переглядатися і вдосконалюватися, насамперед, космічними державами з урахуванням показників моніторингу за рівнем техногенного забруднення космосу [7].

Важливо зауважити, що аналітика існуючих проблем в сфері космічної діяльності приводить до висновку, що вони взаємопов'язані. Наприклад, техногенне засмічення космічного простору відбувається у наслідок руйнування (фрагментації) космічних об'єктів військового призначення. Так, 11 січня 2007 р. Китаєм було проведено випробування балістичної протисупутникової ракети, ціллю якої став їх же метеорологічний супутник «Феньюнь-1С». У результаті цих дій сталася фрагментація космічного об'єкта та утворення 3390 нових об'єктів техногенного походження [8].

Найбільш поширеним засобом для знищення супутників на сьогодні є протисупутникова зброя прямого ураження ASAT російського чи китайського походження. Її масове застосування може привести до виникнення синдрому Кесслера, коли перевантаженість орбіти уламками від знищених супутників спричинятиме масові зіткнення космічних апаратів на навколосезній орбіті. А на сьогодні кількість великих уламків на орбіті вже становить 34000 фрагментів. З ініціативи США ООН робила спроби ввести мораторій на випробування ASAT. Так, від 07.12.2022 р. було прийнято резолюцію на 77-ій сесії ГА ООН «Випробування руйнівної протисупутникової ракети прямого прийому», яка була спрямована на припинення гонки озброєнь у космосі. Представники аерокосмічного бізнесу також зреагували на заклики США та зробили офіційну заяву від 14.11.2023 р. («Заява космічної промисловості на підтримку міжнародного зобов'язання не проводити руйнівні протисупутникові випробування»), під якою поставили свої підписи 26 великих американських компаній та молодих стартапів зі США, Японії, Швейцарії, Італії, Франції, Канади, Великої Британії тощо. Представники аерокосмічного бізнесу також пропонують нові стратегії та технології проти нагромадження орбітального сміття (розробка нових систем космічної обізнаності та моніторингу космічного руху, використання нових типів двигунів для коригування орбіти тощо). Але повністю вирішити безпекову проблему «космічного сміття» на орбіті можуть допомогти нові правові регламенти експлуатації та утилізації супутників, а також мораторій на використання ASAT-зброї на орбіті [9].

Екологічно небезпечне середовище, що створено у результаті мілітарі-діяльності космічних держав, загрожує безпечному перебуванню людини у космосі та функціонуючим космічним об'єктам. Міжнародна космічна станція (далі – МКС) декілька разів на рік змінює орбіту розташування задля уникнення можливого зіткнення з космічним сміттям. МКС функціонує на достатньо низькій орбіті, де є великий ризик зіткнень з космічним сміттям, як великого так і меншого розміру (декілька мм) (зокрема із супутниками, що вичерпали строк експлуатації їх фрагментами тощо). Такі зіткнення становлять суттєву загрозу для станції, що є спеціальним середовищем життєдіяльності людини у космічному просторі, а також для космонавтів під час їх виходу у відкритий космос, наприклад для ремонту обладнання або з дослідницькою метою.

Існують до того ж великі ризики неконтрольованого падіння космічного сміття на Землю та завдання шкоди фізичним і юридичним особам, докільню Землі. Окрім того зростають ризики виникнення спірних ситуацій між суб'єктами космічної діяльності на рахунок відповідальності у випадку зіткнення з космічним сміттям.

Таким чином, можемо зазначити, що у зв'язку з розвитком космічних технологій, зростанням кількості космічних запусків і новими можливостями використання космічних ресурсів питання безпеки у космічній галузі загострюються та стають дедалі важливими. Безпека в космосі – це багатогранне питання, що охоплює різні аспекти, від запобігання космічним катастрофам до забезпечення ефективного міжнародного співтовариства [1].

**Висновки.** Отже, на наш погляд, з вище наведеного стає вочевидь, що найдалше безконтрольне засмічення космічного простору, мілітарі-апробації космічних держав будуть суттєво перешкоджати його безпечному дослідженню та використанню, тому актуалізується необхідність розв'язання міжнародно-правових проблем забезпечення безпеки навколосезного космічного простору. І у зв'язку з цим було б доцільним на нашу думку:

1. Оновити міжнародне космічне законодавство та розробити конвенційні моделі забезпечення безпеки космічної діяльності щодо її демілітаризації та упередження поширення техногенного забруднення космічного простору. Чинні міжнародні космічні закони є безперечно важливими для регламентації космічної діяльності, однак, так звані, «сакральні міжнародні нормативні акти» (Договір про космос, Угода про рятування, Конвенція про реєстрацію, Конвенція про відповідальність), як джерела міжнародного космічного права, були прийняті у 60-х, 70-х роках минулого століття. Звісно їх норми підлягають застосуванню й надалі, однак на сьогодні виникають нові виклики для людства, тому є потреба у вдосконаленні правового регулювання в космічній галузі з урахуванням реалій сучасного світу, а зазначені закони не можуть вже в повній мірі слугувати потужною правовою базою, про що свідчить негативний досвід використання космічного простору космічними державами як первинними суб'єктами міжнародного космічного права. Тому відповідні міжнародні структури та інші представники міжнародної спільноти (Комітет ООН з космосу, МККС, експертні групи, платформи для обговорення актуальних проблем тощо), які ініціюють нормоутворення з метою ефективного забезпечення безпеки космічної діяльності, мають

переходити від розробки рекомендованих положень м'якого права до створення конвенційних моделей правової регламентації актуальних питань космічної безпеки.

2. На національному рівні регламентувати безпечне дослідження і використання космічного простору з урахуванням ключового принципу міжнародного космічного права щодо «мирного засвоєння космосу в інтересах всього людства», а не тільки суто на користь окремої держави та приватних компаній, що приймають участь у здійсненні космічних програм з комерційною метою. Якщо космічне національне законодавство відповідатиме зазначеному принципу, а не сприятиме подальшій динаміці гонки озброєння у космосі та безконтрольному поширенню космічного сміття, то шляхом рецепції можливе створення й міжнародних нормативних актів, які задовольнять не тільки космічні держави, а й враховуватиме інтереси всіх країн світу.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Стельмах О.С. Міжнародно-правовий режим космічної безпеки: до теорії питання. *Держава і право*. Вип. 56. С. 522-531. URL: <https://nasplib.isoftware.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/f2890021-d90f-407a-9--a-930ae9f03c/content>.
2. Драган О.В. Космічна безпека в умовах глобалізаційних процесів. *Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції*. № 6. 2024. С. 242-245. URL: [https://apnl.dnu.in.ua/6\\_2024/39.pdf](https://apnl.dnu.in.ua/6_2024/39.pdf).
3. Петер Г.Г. Кримінологічна модель космічної безпеки як необхідність у становленні нового світового порядку у воєнний та післявоєнний часи. *Юридичний науковий електронний журнал*. № 10. 2023. URL: [http://lsej.org.ua/10\\_2023/119.pdf](http://lsej.org.ua/10_2023/119.pdf).
4. Гордеюк А.О. Становлення та тенденції розвитку міжнародного космічного права. *Пропілеї права та безпеки*. 2023. № 2-3. С. 31-36. URL: <https://nti.khai.edu/ojs/index.php/PLS/article/viewFile/pls.2023.2-3.04/2314>.
5. Договір про принципи діяльності держав з дослідження і використання космічного простору, включаючи Місяць та інші небесні тіла від 27 січня 1967 р. URL: <https://unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/intuouterspacetreaty.htm>.
6. Григоров О. Міжнародне космічне право: підручник / О. Григоров; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. Київ; Одеса: Фенікс, 2023. 130 с.
7. Гордеюк А.О. Порухення принципу засвоєння та використання космічного простору в мирних цілях як глобальна загроза світовій безпеці (правовий аспект). Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Правові реалії сьогодення (м. Харків 15 травня 2024 р.)». Харків: [Електронне видання] Харківський національний економічний ун-т імені Семена Кузнеця (С. 77-79).
8. Семеняка В.В. Актуальні проблеми міжнародно-правової охорони космічного простору від техногенного засмічення. *Часопис Київського ун-ту права*. 2015. № 4. С. 344-347. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Chkup\\_2015\\_4\\_79](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Chkup_2015_4_79).
9. Поляков М. Космічна зброя та проблематика орбітального сміття: дві сторони однієї медалі. URL: <https://maxpolyakov.com/ua/kosmichna-zbroya-ta-problematika-orbitalnogo-smittyu>.

Дата першого надходження рукопису до видання: 4.02.2026

Дата прийняття до друку рукопису після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації: 5.03.2026

© Гордеюк А.О., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0