

# Про сучасні вимоги до оцінки безпеки атомних станцій щодо зовнішніх впливів природного характеру

## ■ Рижов Дмитро Іванович

Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки», м. Київ, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0068-5009>

## ■ Єган Сергій Михайлович

Державна інспекція ядерного регулювання України, м. Київ, Україна

## ■ Шугайло Олександр Петрович, д-р філософії

Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки», м. Київ, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1044-0299>

З метою вдосконалення національної нормативно-правової бази з регулювання ядерної та радіаційної безпеки атомних станцій Державним підприємством «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки» спільно із Державною інспекцією ядерного регулювання України розроблено Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій щодо зовнішніх впливів природного характеру, які набули чинності від 04.06.2021 (далі – Вимоги). У цій статті наведено огляд чинних в Україні норм та правил з ядерної та радіаційної безпеки стосовно врахування можливих зовнішніх впливів природного характеру на атомні станції та детально розглянуті вищезазначені Вимоги з акцентом на нових положеннях щодо відбору природних небезпек для виконання поглибленого аналізу, а також врахування як проєктних, так і запроєктних природних впливів, які мають розглядатися під час аналізу розширених проєктних умов та комбінацій впливів. Метою статті є поширення інформації про сучасні вимоги з оцінки безпеки атомних станцій щодо зовнішніх впливів природного характеру та висвітлення основних викликів, що постають перед експлуатуючою організацією щодо необхідності врахування можливих надзвичайних природних катаклізмів, зокрема уроків аварії на атомній електричній станції «Фукусіма-1», спричиненої впливом землетрусу та цунамі, які перевищили прийняті в проєкті значення.

Ключові слова: перелік природних небезпек, природна небезпека, проєктні природні впливи, розширені проєктні умови, стійкість до природних впливів.

© Рижов Д. І., Єган С. М., Шугайло О-р П., 2023

## Вступ

До недавнього часу окремі регулюючі вимоги щодо врахування можливих зовнішніх впливів природного характеру на атомні станції (АС) регулювалися низкою нормативних документів, зокрема НП 306.2.141-2008 [1], НП 306.2.162-2010 [2], НП 306.2.144-2008 [3], ПиН АЭ-5.6 [4].

Загальними положеннями безпеки АС, як-то НП 306.2.141-2008 [1], визначено поняття «зовнішні впливи», а саме – «характерні для майданчика

АС впливи природного або технічного походження», та встановлено загальні вимоги до розміщення і проєктування АС, а саме:

*«7.1.2 Майданчик вважається придатним для розміщення АС, якщо доведена можливість забезпечення безпечної експлуатації АС у всіх режимах, включаючи аварійні ситуації і аварії з врахуванням характерних для даного майданчика факторів, у тому числі: ... природні явища і події ...»* і стисло наведено перелік факторів (зокрема природних), які обмежують розміщення АС;

«8.1.3. ... Особлива увага приділяється вихідним подіям, які здатні призвести до відмови декількох фізичних бар'єрів. До таких подій, зокрема, належать пожежі, затоплення, землетруси, вибухи, падіння літака»;

«8.1.9. ... Для систем і елементів, важливих для безпеки, перелік зовнішніх і внутрішніх впливів, що підлягають врахуванню, та вимоги до обсягу функцій, які мають виконуватися під час та/або після вказаних впливів, установлюються в проекті з урахуванням вимог норм, правил і стандартів з ядерної та радіаційної безпеки»;

«10.11.7. У проекті АС передбачаються заходи захисту від зовнішніх пожеж природного і техногенного походження, уключаючи захист від блискавок і контури заземлення».

Вимогами до оцінки безпеки АС, як-то НП 306.2.162-2010 [2], додатково регламентовано:

«4.4. Перелік вихідних подій для аналізу безпеки включає всі можливі внутрішні та зовнішні події з частотою виникнення більше ніж  $10^{-7}$  1/рік при різних станах РУ [реакторної установки], а також їх можливі комбінації»;

«4.20. В ІАБ [імовірнісному аналізі безпеки] 1 - 3 рівнів розглядається повний спектр вихідних подій для всіх можливих станів РУ. Зокрема, обов'язковому врахуванню в ІАБ підлягають такі вихідні події: ... зовнішні екстремальні події природного та техногенного характеру (землетруси, смерчі, затоплення, падіння літаків, вибухи тощо)».

НП 306.2.144-2008 [3] встановлює вимоги з безпеки до вибору майданчика для розміщення АС, зокрема стосовно зовнішніх впливів (наприклад, природних), які обмежують можливості розміщення АС (розділ III [3]) та мають враховуватися під час оцінки придатності майданчика для розміщення АС (розділ IV [3]).

Досі чинним є документ колишнього Радянського союзу ПИН АЭ-5.6 [4], який, зокрема, містить вимоги щодо категоризації будівель, споруд і конструкцій за умовами відповідальності за ядерну та радіаційну безпеку (ЯРБ) і розміщення обладнання, що в них функціонує (категорії I, II, III), а також вимоги до розрахунку конструкцій будівель та споруд, зокрема з урахуванням екстремальних природних впливів (вітрових, снігових, температурних, ураганів, смерчів, хвиль цунамі, максимального розрахункового землетрусу з періодом повторюваності 1 раз на 10000 років (для конструкцій I категорії)). ПИН АЭ-5.6 [4] містить застарілі підходи до визначення відповідних навантажень на конструкції з посиланням на нормативні документи, як-то СНиП, ПНАЭ тощо, які вже втратили чинність на території України.

За результатами роботи з визначення відповідності врахування вимог (референтних рівнів) WENRA (Western European Nuclear Regulators' Association – Західноєвропейська асоціація ядер-

них регуляторів) [5] щодо зовнішніх впливів природного характеру на АС у зазначених вище нормах та правилах з ЯРБ [1]-[4], яку проводила Державна інспекція ядерного регулювання (Держатомрегулювання) із залученням Державного підприємства «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки» в межах зобов'язань України як члена WENRA, був зроблений висновок щодо недостатнього врахування вчинний в Україні нормативній базі більшості референтних рівнів WENRA [5]. Такий висновок був підтверджений у межах партнерських перевірок іншими країнами-членами WENRA. Цей висновок не стосувався лише вимог щодо врахування впливів можливих землетрусів на АС, які містяться в документі НП 306.2.208-2016 [6].

Метою розробки нового нормативно-правового акта (НПА) НП 306.2.232-2021 [7] – «Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій щодо зовнішніх впливів природного характеру» – було визначення вимог до оцінки безпеки АС щодо зовнішніх впливів природного характеру з урахуванням уроків аварії на атомній електричній станції «Фукусіма-1» та з використанням міжнародного досвіду та практики з цього питання, зокрема рекомендацій МАГАТЕ [8]-[10] та референтних рівнів безпеки WENRA щодо зовнішніх впливів природного характеру, визначених у Звіті Робочої групи WENRA з гармонізації реакторної безпеки [5].

НП 306.2.232-2021 [7] складається з таких основних розділів:

I Загальні положення.

II Вимоги до визначення природних небезпек майданчика АС.

III Вимоги до відбору природних небезпек майданчика АС.

IV Вимоги до врахування проектних природних впливів.

V Вимоги до врахування запроектованих природних впливів.

VI Вимоги до попереджувальних та захисних заходів АС від природних небезпек.

Розглянемо далі у статті ці вимоги більш детально.

### Загальні положення НП 306.2.232-2021

Вимоги НП 306.2.232-2021 [7] мають застосовуватися під час оцінки безпеки майданчика для розміщення АС, проектування енергоблоків АС та оцінки / переоцінки безпеки енергоблоків АС, що експлуатуються і обов'язкові під час здійснення діяльності з розміщення, проектування, будівництва, виготовлення, виробництва, придбання, збуту, введення в експлуатацію, експлуатації та зняття з експлуатації споруд, систем та елементів енергоблоків АС.

У НП 306.2.232-2021 [7] зазначено, що вимоги до вибору майданчика АС, зокрема з урахуванням природних впливів, установлені в НП 306.2.144-2008 [3], а вимоги до врахування впливів землетрусів на енергоблоки АС – в НП 306.2.208-2016 [6]. Вимогами вказаних НПА необхідно керуватися під час розгляду зазначених питань.

Дуже важливою є вимога, що обґрунтування безпеки енергоблоків АС щодо зовнішніх впливів природного характеру (далі – природні впливи) виконується як для проєктних природних впливів, так і для запроєктних природних впливів, які розглядаються під час аналізу розширених проєктних умов (РПУ). Вимога щодо врахування природних впливів у межах РПУ узгоджується з референтними рівнями безпеки WENRA [5], є новою і раніше не була встановлена у нормах та правилах з ЯРБ України. У НП 306.2.232-2021 [7] наведені такі визначення згаданих вище термінів:

проєктний природний вплив – вплив природної небезпеки максимально прогнозованої інтенсивності на майданчику АС з повторюваністю один раз на 10 000 років, що відповідає середньому значенню річної імовірності перевищення  $10^{-4}$ ;

запроєктний природний вплив – вплив природної небезпеки, який характеризується фізичними параметрами, що перевищують відповідні параметри проєктних природних впливів;

РПУ – умови, спричинені вихідними подіями, очікувана імовірність яких менше, ніж та, яка враховується для проєктних аварій, або перебіг (розвиток) аварії супроводжується додатковими, порівняно з проєктною аварією, відмовами систем безпеки або помилками персоналу. За наслідками РПУ поділяються на дві категорії: категорія А, до якої належать РПУ без важкого пошкодження ядерного палива, та категорія В, до якої належать аварії з важким пошкодженням ядерного палива.

Перелік природних впливів для аналізу безпеки має охоплювати всі можливі природні впливи з середнім значенням річної імовірності перевищення  $10^{-7}$  (узгоджується з вимогою НП 306.2.162-2010 [2]), а також їх можливі комбінації. НП 306.2.232-2021 [7] передбачений розгляд таких комбінацій природних впливів:

комбінація залежних природних впливів – комбінація двох та більше природних впливів, які можуть мати взаємозв'язок як на рівні причин виникнення, так і на рівні наслідків;

комбінація незалежних природних впливів – комбінація двох та більше природних впливів, що не мають спільних причин виникнення. Одночасне або близьке за часом виникнення таких подій є випадковою подією.

Характеристики природних впливів (проєктних і тих, що розглядаються під час аналізу РПУ) мають визначатися на підставі спеціальних досліджень (геологічних, сейсмотектонічних, гідрологічних, метеорологічних тощо) з урахуванням конкретних умов розташування майданчика. До виконання цих досліджень експлуатуюча організація залучає спеціалізовані організації, які мають необхідний досвід і ресурси для виконання таких робіт, а також повноваження для затвердження їх результатів.

Оцінка безпеки енергоблоків АС щодо природних впливів передбачає заплановані та систематичні дії, необхідні для забезпечення здатності конструкцій, систем і елементів (КСЕ) АС виконувати свої функції відповідно до проєкту під час та після природних впливів і виконується із застосуванням детерміністичного та імовірнісного методів аналізу. Обраний метод має відповідати сучасній світовій практиці та враховувати рекомендації МАГАТЕ.

За рішенням експлуатуючої організації, погодженим з Держатомрегулюванням, вимоги НП 306.2.232-2021 [7] можуть бути використані для проведення оцінки безпеки щодо природних впливів інших ядерних установок, а також до об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, та сховищ для зберігання або захоронення радіоактивних відходів.

#### **Вимоги до визначення природних небезпек майданчика, що мають враховуватися в аналізі безпеки**

Згідно з НП 306.2.232-2021 [7] мають установлюватися всі природні небезпеки, разом із взаємопов'язаними з ними небезпеками (наприклад, землетрус і пов'язане з ним затоплення), які можуть мати негативний вплив на майданчик АС. Перелік природних небезпек охоплює такі небезпеки: геологічні, сейсмотектонічні, метеорологічні, гідрологічні, біологічні та зовнішні пожежі природного походження.

На першому етапі складається перелік природних небезпек, які в принципі є характерними для майданчика АС, незалежно від їх важкості, імовірності виникнення або порушень безпеки, до яких вони можуть призвести (важкість природної небезпеки виражається фізичними параметрами, наприклад, прискорення ґрунту під час землетрусу, швидкість і тиск вітру, температура, рівень паводку тощо).

Загалом техногенні, випадкові або зловмисні небезпеки не підпадають під сферу застосування вимог НП 306.2.232-2021 [7]. Однак у разі, якщо техногенні об'єкти (наприклад, греблі, дамби тощо) або діяльність людини

(наприклад, видобування газу, розроблення кар'єрів, добування піску, поводження з водними ресурсами тощо) можуть спричинити або сприяти виникненню впливів на АС, що є аналогічними до впливів від природних небезпек (зокрема, затоплення, зсув ґрунту), вплив від них також розглядається разом із впливом від природних небезпек.

Перелік природних небезпек, що розглядаються під час обґрунтування безпеки енергоблоків АС, охоплює такі природні небезпеки:

1) геологічні та сейсмотектонічні процеси та явища:

переміщення земної кори внаслідок землетрусу або техногенних факторів (діяльності людини);  
тектонічні розломи;  
підземні розмиви, карсти та суфозійно-карстові процеси;  
провали, просідання та піднімання ґрунту;  
сповзання ґрунту, обвали, руйнування берегів;  
селі;  
вулканізм;  
агресивність ґрунтів і ґрунтових вод;  
розрідження ґрунтів;

2) гідрологічні процеси та явища:

паводки, повені та затоплення внаслідок опадів, танення снігу чи інших метеорологічних або геологічних небезпек (зміни русла річок, зсуви, обвали, вулканічна активність тощо);  
коливання рівня та витрат води;  
коливання рівня ґрунтових вод;  
льодові явища на водотоках;  
штормові хвилі;  
цунамі;  
сейші;  
припливи та відливи;

3) екстремальні значення звичайних метеорологічних явищ:

вітер;  
зливи;  
сніг;  
ожеледиця;  
льодові та шугові явища на водоймах;  
град;  
температура повітря (висока та низька);  
вологість (висока та низька);  
тумани;  
атмосферний тиск;  
засуха, що призводить до зниження рівня води в річках та водоймах;

4) рідкісні метеорологічні явища:

циклони;  
смерчі;  
урагани;  
снігові бурі (заметілі);

снігові лавини;  
пилові бурі;  
блискавки;  
сонячні бурі, спалахи;

5) біологічні:

представники флори та фауни у водоймищах (водорості, риби, медузи, молюски тощо), на землі (гризуни, хижаки тощо) та в повітрі (птахи, комахи тощо);  
мікроорганізми;

6) зовнішні пожежі природного походження (зокрема, лісові пожежі, степові пожежі, горіння торф'яників);

7) комбінації небезпек природного характеру.

Цей перелік не є вичерпним і може доповнюватися за потреби.

З переліку природних небезпек, розробленого на першому етапі, для подальшого аналізу відбираються природні небезпеки, які становлять загрозу для АС. Вилучення природних небезпек із переліку небезпек, що підлягають подальшому аналізу, обґрунтовується з урахуванням таких факторів:

природна небезпека або її комбінації з іншими небезпеками (природними, техногенними, внутрішніми) не становить загрози для АС (небезпека є вкрай малоімовірною за результатами оціненої частоти природної небезпеки з урахуванням невизначеностей, пов'язаних з наявними даними та методами досліджень);

природна небезпека не спричиняє взаємопов'язаних небезпек.

Під час виконання відбору природних небезпек, за можливості, визначається взаємозв'язок між важкістю природної небезпеки і її повторюваністю. Причому має бути враховано, що тривалість впливу природної небезпеки може призвести до збільшення ступеня її важкості (наприклад, тривалі опади, що підвищують рівень ґрунтових вод, із подальшим впливом на поверхневі води та рівні паводків) та повинна бути розглянута під час виконання відбору природних небезпек майданчика АС для подальшого аналізу впливу на безпеку енергоблока АС, а також безпосередньо у процесі виконання аналізу.

Якщо це можливо, визначається максимальна імовірна важкість кожної природної небезпеки, яка впливає на майданчик АС. Максимальна імовірна важкість природної небезпеки (або максимальний імовірний вплив) визначається як найбільш важка подія, перевищення якої вважається вкрай малоімовірним із високим ступенем впевненості.

Відбір природних небезпек майданчика АС для подальшого аналізу їх впливу на енергоблок АС виконується на основі бази даних природних небезпек. Зазначена база даних має формуватися за результатами спостережень за природними

небезпеками на майданчику АС та в регіоні розміщення АС і складається з:

даних моніторингових спостережень, записаних спеціальними приладами;

історичних даних (на підставі зібраних фондів і довідкових матеріалів, спостережень тощо).

Під час виконання відбору природних небезпек мають враховуватися потенційні зміни в характеристиках природних небезпек із часом (потенційні зміни клімату, русла річок, ландшафту) за встановлений у проєкті строк експлуатації АС з урахуванням довгострокової експлуатації. Також має враховуватися, що зміни в характеристиках природних небезпек можуть бути спричинені техногенними впливами (наприклад, захистом берегів, видобутком корисних копалин тощо).

### Вимоги до класифікації споруд, систем та елементів щодо стійкості до природних впливів

НП 306.2.232-2021 [7] вводиться нова класифікація будівельних конструкцій, технологічного й електротехнічного обладнання, трубопроводів, контрольно-вимірювальних приладів та апаратури АС залежно від ступеня їх відповідальності за забезпечення безпеки під час і після природних впливів. Нижче в таблицях 1, 2 показано, що за основу під час встановлення зазначеної класифікації, а також вимог до виконання функцій відповідними КСЕ були прийняті підходи до сейсмічної категоризації КСЕ з НП 306.2.208-2016 [6].

Таблиця 1 – Порівняння класифікацій КСЕ щодо стійкості до природних впливів згідно з НП 306.2.232-2021 [7] та із сейсмостійкості згідно з НП 306.2.208-2016 [6]

Класифікація згідно з НП 306.2.232-2021 [7]	Класифікація згідно з НП 306.2.208-2016 [6]
<p>До I категорії належать КСЕ:</p> <p>віднесені до класів 1 та 2 за впливом на безпеку відповідно до НП 306.2.141-2008 [1]</p> <p>системи та елементи безпеки, необхідні для виконання таких функцій безпеки: безпечна зупинка реактора та підтримання його в безпечному стані, аварійне відведення тепла від активної зони реактора та басейну витримки, запобігання або обмеження виходу радіоактивних речовин, що виділяються під час аварій за передбачені проєктом межі</p> <p>системи нормальної експлуатації та їх елементи, відмова яких під час природних впливів унаслідок виходу радіоактивних речовин може призвести до перевищення на межі санітарно-захисної зони та поза її межами хоча б одного з рівнів безумовної виправданості для невідкладних контрзаходів, установлених державними гігієнічними нормативами НРБУ-97 [11]</p> <p>будівлі, споруди та їх основи, обладнання, трубопроводи та їх елементи, механічне пошкодження яких під час природних небезпек унаслідок силового або температурного впливу на зазначені вище системи та їх елементи може призвести до їх відмови</p> <p>додаткові технічні засоби, призначені для управління запроєктними, зокрема важкими, аваріями</p>	<p>До I категорії належать КСЕ:</p> <p>віднесені до класів 1 та 2 за впливом на безпеку відповідно до НП 306.2.141-2008 [1]</p> <p>системи та елементи безпеки, необхідні для виконання таких функцій безпеки, як безпечна зупинка реактора та підтримання його в безпечному стані, аварійного відведення тепла від активної зони реактора та басейну витримки, запобігання або обмеження виходу радіоактивних речовин, що виділяються під час аварій за передбачені проєктом межі</p> <p>системи нормальної експлуатації та їх елементи, відмова яких під час сейсмічних впливів до максимального розрахункового землетрусу включно, внаслідок виходу радіоактивних речовин, може призвести до перевищення на межі санітарно-захисної зони та за її межами хоча б одного з рівнів безумовної виправданості для невідкладних контрзаходів, що встановлені державними гігієнічними нормативами НРБУ-97 [11]</p> <p>будівлі, споруди та їх основи, обладнання, трубопроводи та їх елементи, механічне пошкодження яких при сейсмічних впливах до максимального розрахункового землетрусу включно шляхом силового або температурного впливу на вказані вище системи та їх елементи може призвести до їх відмови</p> <p>додаткові технічні засоби, призначені для управління запроєктними, зокрема важкими, аваріями</p>

Класифікація згідно з НП 306.2.232-2021 [7]	Класифікація згідно з НП 306.2.208-2016 [6]
<p>До <b>II категорії</b> належать КСК:</p> <p>які можуть піддаватися зазначеним впливам, відмова яких окремо або в сукупності з іншими системами й елементами може призвести до перерви у виробленні електроенергії та/або до перевищення допустимих рівнів загального радіоактивного забруднення робочих поверхонь та/або допустимих концентрацій радіонуклідів у повітрі робочих приміщень, установлених НРБУ-97 [11]</p>	<p>До <b>II категорії</b> належать КСК:</p> <p>відмова яких окремо або в сукупності з іншими системами й елементами може призвести до перерви у виробленні електроенергії та/або до перевищення допустимих рівнів загального радіоактивного забруднення робочих поверхонь та/або допустимих концентрацій радіонуклідів у повітрі робочих приміщень, установлених НРБУ-97 [11]</p>
<p>До <b>III категорії</b> належать решта будівель, споруд, їх основи, конструкції, обладнання, трубопроводи та їх елементи, які не увійшли до категорій I та II</p>	<p>До <b>III категорії</b> належать решта будівель, споруд, їх основи, конструкції, обладнання, трубопроводи та їх елементи АС, які не увійшли до категорій I та II</p>

Таблиця 2 – Порівняння вимог до КСЕ I, II та III категорій щодо стійкості до природних впливів згідно з НП 306.2.232-2021 [7] та із сейсмостійкості згідно з НП 306.2.208-2016 [6]

Вимоги згідно з НП 306.2.232-2021 [7]	Вимоги згідно з НП 306.2.208-2016 [6]
<p>Будівлі, споруди, системи та елементи АС, що належать до <b>I категорії</b> стійкості до природних впливів, виконують свої функції щодо забезпечення безпеки АС під час і після проєктних природних впливів (середнє значення річної імовірності перевищення <math>10^{-4}</math>)</p>	<p>Будівлі, споруди, системи та елементи АС, що належать до <b>I категорії</b> сейсмостійкості, виконують свої функції із забезпечення безпеки АС під час та після проходження землетрусу інтенсивністю до МРЗ* включно і проєктуються відповідно до НП 306.2.208-2016 [6]</p> <p><i>*МРЗ – землетрус максимально прогнозованої інтенсивності на майданчику АС з повторюваністю один раз на 10 000 років, що відповідає середньому значенню річної імовірності перевищення <math>10^{-4}</math></i></p>
<p>Будівлі, споруди, системи та елементи АС, що належать до <b>II категорії</b> стійкості до природних впливів, зберігають свою працездатність під час і після проєктних природних впливів (середнє значення річної імовірності перевищення <math>10^{-2}</math> – для діючих енергоблоків АС та <math>10^{-3}</math> – для нових енергоблоків АС)</p>	<p>Будівлі, споруди, системи та елементи АС, що належать до <b>II категорії</b> сейсмостійкості, зберігають свою працездатність після землетрусу інтенсивністю до ПЗ** включно і проєктуються відповідно до НП 306.2.208-2016 [6]</p> <p><i>**ПЗ – землетрус прогнозованої інтенсивності на майданчику АС з повторюваністю один раз на 100 років для діючих енергоблоків АС та один раз на 1000 років для нових енергоблоків АС, що відповідає середньому значенню річної імовірності перевищення <math>10^{-2}</math> та <math>10^{-3}</math> відповідно</i></p>
<p>Проєктування будівель, споруд, систем та елементів АС, що належать до <b>III категорії</b> стійкості до природних впливів, виконується відповідно до вимог державних будівельних норм та інших нормативних документів і стандартів, сфера застосування яких поширюється на проєктування цивільних та промислових споруд, систем і елементів</p>	<p>Проєктування будівель, споруд, систем та елементів АС, що належать до <b>III категорії</b> сейсмостійкості, виконується відповідно до вимог державних будівельних норм та інших нормативних документів та стандартів, сфера застосування яких поширюється на проєктування цивільних та промислових споруд, систем та елементів</p>

### Вимоги до врахування проєктних та запроєктних природних впливів

Проектування та обґрунтування стійкості будівель, споруд, систем і елементів АС до проєктних природних впливів здійснюються відповідно до вимог НП 306.2.232-2021 [7], інших нормативних документів, що регламентують проектування та обґрунтування стійкості будівель, споруд, систем і елементів АС до природних впливів, а також з урахуванням положень державних будівельних норм. Для кожної АС проєктні природні впливи визначаються на основі аналізу окремих природних небезпек прогнозованої інтенсивності на майданчику АС. Додатково мають бути враховані комбінації незалежних і залежних природних впливів.

Як було показано в таблиці 2, будівлі, споруди, системи та елементи АС, що належать до I категорії стійкості до природних впливів, мають виконувати свої функції щодо забезпечення безпеки АС під час і після проєктних природних впливів із середнім значенням річної імовірності перевищення  $10^{-4}$ , а ті, що належать до II категорії, мають зберігати свою працездатність під час і після проєктних природних впливів із середнім значенням річної імовірності перевищення  $10^{-2}$  – для діючих енергоблоків АС та  $10^{-3}$  – для нових енергоблоків АС. Якщо для зазначених імовірностей неможливо розрахувати фізичні параметри впливу природної небезпеки з прийнятним ступенем впевненості, мають вибиратися та обґрунтовуватися із застосуванням консервативного підходу значення фізичних параметрів впливу природної небезпеки, за яких буде забезпечений необхідний рівень безпеки АС. За таких умов для визначення проєктних природних впливів може використовуватися максимальний імовірний вплив.

Під час визначення комбінацій природних впливів має оцінюватися вплив черговості виникнення впливів на можливість зміни характеру взаємозв'язків між ними. Можливі ситуації, коли одна послідовність виникнення впливів у комбінації буде відображати незалежний характер взаємозв'язку між впливами, а зворотна послідовність – залежний характер взаємозв'язку (наприклад, для комбінації «сейсмічний вплив» і «пожежа» послідовність виникнення впливу «пожежа», а потім «сейсмічний вплив» розглядається як така, що має незалежний характер, а зворотна послідовність може мати залежний характер). У комбінації природних впливів не враховуються впливи, які не можуть відбутися одночасно через їх фізичну природу (наприклад, разом не розглядаються впливи високих і низьких температур).

Розгляд природних впливів не обмежується впливами максимальної інтенсивності для середнього значення річної ймовірності перевищення,

що розглядається, а також мають ураховуватися впливи низької інтенсивності (які зазвичай характеризуються вищою частотою виникнення та більшою тривалістю, і можуть у комбінації з іншими впливами призводити до небезпечних наслідків, наприклад опади у разі дощу, снігу тощо). Водночас мають ураховуватися потенційні зміни у фізичних параметрах впливів із часом.

Сполучення навантажень від проєктних природних впливів на конструкції будівель і споруд АС під час виконання оцінки детерміністичним методом мають прийматися з урахуванням вимог державних будівельних норм, зокрема ДБН В.1.2-2:2006 [12].

Запроєктні природні впливи розглядаються в межах аналізу РПУ. Такий аналіз стійкості АС передбачає:

визначення фізичних параметрів впливів та їх комбінацій, за яких досягаються порогові ефекти<sup>1</sup>, а також (за можливості) відповідні їм частоти виникнення;

оцінку запасів до настання порогових ефектів і обґрунтування того, що будівлі, споруди, системи та елементи АС I категорії мають достатній запас щодо стійкості до природних впливів, які перевищують проєктні;

визначення найбільш вразливих будівель, споруд, систем і елементів АС до природних впливів та їх комбінацій;

аналіз необхідності виконання модернізацій для підвищення стійкості будівель, споруд, систем і елементів АС до впливів від запроєктних природних небезпек та їх комбінацій;

обґрунтування наявності достатніх ресурсів для забезпечення стійкості АС до природних впливів та їх комбінацій, зокрема для багатоблокових майданчиків АС із урахуванням використання загальноблокового обладнання та систем.

Якщо доведено, що більш потужний вплив від природної небезпеки, який призводить до настання порогових ефектів, є малоімовірним із високим ступенем впевненості, подальший детальний аналіз цього впливу не вимагається. Це ж стосується аналізу комбінацій природних впливів. Відповідні природні впливи та їх комбінації можуть бути вилучені з переліку для подальшого аналізу. Оцінка запасів до настання порогових ефектів АС щодо невідсіяних впливів виконується із застосуванням детерміністичного або імовірнісного методів аналізу.

Для обґрунтування того, що будівлі, споруди, системи та елементи АС I категорії мають достатній запас щодо стійкості до запроєктних

<sup>1</sup> Пороговий ефект – суттєве стрибкоподібне погіршення безпеки АС (енергоблока АС), спричинене невеликими змінами параметрів, що призводить до невиконання системами та елементами функцій безпеки. Значення параметрів, що характеризують настання порогового ефекту обґрунтовуються в проєкті енергоблока АС [7].

природних впливів, необхідно визначити відповідний рівень запроєктного впливу. Наразі в міжнародній практиці відсутні однозначні підходи щодо способів визначення значень запроєктних впливів. У НП 306.2.232-2021 [7] наведені такі рекомендації щодо визначення фізичних параметрів запроєктних природних впливів:

використати коефіцієнт  $> 1$  (з відповідним обґрунтуванням), на який множитимуться фізичні параметри навантажень від відповідного природного впливу;

вибирати значення річної імовірності перевищення впливу менше проєктного значення  $10^{-4}$ ;

для визначення рівня впливу, що перевищує проєктний, вибирати максимальне значення фізичного параметра від впливу, що може реалізуватися на майданчику АС з обґрунтованою достовірністю.

У таблиці 3 наведено узагальнений приклад виконання оцінки запасів до настання порогових ефектів КСЕ стосовно впливів екстремального вітру та землетрусу.

Детальні візуальні інспекції АС є обов'язковою складовою обраного методу аналізу вразливості АС до впливу природних небезпек та їх комбінацій, оскільки дозволяють отримати фактичну

інформацію про стан споруд, систем та елементів на момент виконання аналізу з урахуванням старіння.

#### Вимоги до попереджувальних та захисних заходів АС від природних небезпек

У проєкті АС мають передбачатися організаційні та технічні заходи щодо інженерного захисту, запобігання і зниження негативних наслідків від впливів природних небезпек. Перевага надається застосуванню пасивних систем та елементів. Організаційні та технічні заходи захисту АС від впливів природних небезпек передбачають:

розміщення АС на майданчику, на якому відсутні природні процеси та явища, що не допускають розміщення АС згідно з вимогами НП 306.2.144-2008 [3];

урахування в проєкті АС конструктивних і компонувальних рішень, що забезпечують підвищення сейсмостійкості важливих для безпеки конструкцій, систем та елементів АС згідно з вимогами НП 306.2.208-2016 [6];

забезпечення стійкості будівель і споруд до динамічних навантажень від впливів природних небезпек (ураганів, смерчів), а також ударних

Таблиця 3 – Узагальнений алгоритм виконання оцінки запасів до настання порогових ефектів щодо запроєктних природних впливів

Екстремальний вітер	Землетрус
<p>1) Проєктне значення тиску вітру з середнім значенням річної імовірності перевищення <math>10^{-4}</math> (повторюваність один раз на 10000 років) складає <math>W = 1,5</math> кПа;</p> <p>2) Підтверджено стійкість конструкції I категорії стійкості до природних впливів до впливу вітру з <math>W = 1,5</math> кПа;</p> <p>3) За запроєктний вплив обрано значення тиску вітру з середнім значенням річної імовірності перевищення <math>10^{-5}</math>, яке складає 1,9 кПа. Підтверджено стійкість конструкції до впливу вітру з <math>W = 1,9</math> кПа;</p> <p>4) Визначено та обґрунтовано, що відмова (руйнування) конструкції відбувається при значенні <math>W &gt; 30</math> кПа. Запас стійкості конструкції до настання порогових ефектів підтверджено.</p>	<p>1) Проєктне значення пікового прискорення ґрунту майданчика АС при МРЗ <math>PGA = 0,12g</math>;</p> <p>2) За результатами розрахунків підтверджено стійкість елемента I категорії сейсмостійкості до впливу землетрусу з <math>PGA = 0,12g</math>;</p> <p>3) Виконано обґрунтування сейсмостійкості елемента до впливу землетрусу, що перевищує проєктний (розрахунком, випробуваннями або досвідом експлуатації). Визначено, що значення HCLPF* елемента складає <math>PGA = 0,3g</math>, отже, його відмова може наступити у разі сейсмічного впливу з <math>PGA &gt; 0,3g</math>;</p> <p>4) Запас сейсмостійкості елемента до настання порогових ефектів підтверджено *HCLPF – High Confidence, Low Probability of Failure (висока достовірність низької імовірності відмови). Є характеристикою граничної сейсмостійкості конструкції, трубопроводу або обладнання, віднесеною до пікового значення прискорення землетрусу на рівні ґрунту [13], [14].</p>



навантажень від впливу предметів, що летять (зокрема облаштування захисних конструкцій-перешкод);

забезпечення використання стійкого до впливу зовнішніх природних небезпек обладнання, функціонування якого необхідне для забезпечення безпеки енергоблока АС під час і після відповідних впливів;

ураховання в проєкті АС протипожежних вимог до проєктування будівель, споруд, а також обладнання і трубопроводів, що в них розміщуються, та систем протипожежного захисту;

ураховання в проєкті АС вимог до захисту АС від впливу блискавки;

оснащення водозаборів засобами, що запобігають потраплянню до систем АС представників флори та фауни.

У районі розташування АС на етапі проєктування має бути організований та протягом усіх етапів життєвого циклу АС виконуватися моніторинг за фізичними параметрами впливів природних небезпек. Обсяг і склад моніторингу встановлюються та обґрунтовуються в проєкті АС і зазначаються у звіті з аналізу безпеки (ЗАБ) енергоблоків АС. Інформація про фізичні параметри впливів природних небезпек має актуалізуватися протягом життєвого циклу АС та використовуватися під час періодичної переоцінки безпеки енергоблока АС.

Для оцінки можливості подальшої безпечної експлуатації АС після впливів на майданчик АС природних небезпек, що є близькими або перевищують прийняті в проєкті впливи, мають виконуватися обстеження будівель, споруд, систем та елементів АС. Впливи потужних природних небезпек, таких як землетруси, повені, урагани, смерчі, лісові пожежі, можуть призвести до руйнування інфраструктури поблизу майданчика АС (зокрема, руйнування автошляхів або ускладнення руху ними, руйнування мостів, дамб на річках і водосховищах тощо). Такі можливі події мають також розглядатися у ЗАБ.

Адміністрація АС має розробити план аварійної готовності АС до впливу природних небезпек (причому враховується, що заходи з підготовки АС до впливу землетрусів розробляються згідно з вимогами НП 306.2.208-2016 [6]). План аварійної готовності АС до впливу природних небезпек:

визначає дії персоналу АС у разі проєктних і запроєктних природних впливів;

забезпечує ефективність заходів щодо подолання аварій протягом і після завершення впливів природних небезпек;

ураховує прогнозованість і розвиток впливів природних небезпек із плином часу;

забезпечує наявність процедур і засобів для перевірки стану АС протягом і після завершення

впливів природних небезпек, зокрема визначає значення фізичних параметрів впливів, перевищення яких призведе до необхідності початку запланованих дій;

ураховує можливість одночасного впливу природних небезпек на кілька каналів систем безпеки, конструкції, системи та елементи, на кілька блоків на багатоблокових майданчиках АС, на майданчик АС і регіональну інфраструктуру, поставки необхідних матеріалів, обладнання та засоби, забезпечення людськими ресурсами, охоплюючи заміну персоналу в разі тривалих впливів природних небезпек;

забезпечує наявність достатніх ресурсів для багатоблокових майданчиків АС із урахуванням використання загальноблокового обладнання та служб;

забезпечує відсутність негативного впливу захисних заходів від природних небезпек на захист від інших подій (не спричинених впливами природних небезпек);

забезпечує взаємозв'язок вищезазначених процедур, заходів і дій персоналу з процедурами, зазначеними в інструкціях з ліквідації аварій та керівництвах з управління важкими аваріями на енергоблоках АС.

Для природних небезпек, прогнозований вплив яких може бути близьким або перевищити проєктний природний вплив, має передбачатися можливість попередження персоналу про наближення впливу та подальше виконання необхідних запобіжних заходів, передбачених планом аварійної готовності АС до впливу природних небезпек.

#### **Впровадження вимог НП 306.2.232-2021 у практику експлуатуючої організації**

Загальними положеннями НП 306.2.232-2021 [7] передбачено, що комплекс заходів, необхідних для приведення у відповідність до цих вимог діючих енергоблоків АС та інших об'єктів, на які ці вимоги поширюються, має розроблятися та затверджуватися експлуатуючою організацією і погоджуватися з Держатомрегулюванням. Експлуатуючою організацією – Державним підприємством «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» («ДП «НАЕК «Енергоатом») – було виконано аналіз відповідності умов та меж безпечно-го виконання дозволених видів діяльності вимогам НП 306.2.232-2021 [7], на основі яких розроблені Заходи [15] погоджені Держатомрегулюванням (див. таблицю 4).

Ключовим у вказаних Заходах вбачається захід № 3, у межах якого експлуатуючою організацією має бути розроблене керівництво з виконання аналізу безпеки АС стосовно зовнішніх запроєктних природних впливів. Вказане керів-

Таблиця 4 – Заходи ДП «НАЕК «Енергоатом»» щодо впровадження нормативного документа НП 306.2.232-2021 [7]

№	Захід
1	1.1 Направлення до Держатомрегулювання підходів щодо класифікації систем та елементів енергоблоків згідно з вимогами НП 306.2.232-2021 [7], а також підходів щодо методології визначення, відбору та врахування природних впливів (проектних та запроєктних)
	1.2 Направлення на розгляд до Держатомрегулювання змін до класифікації систем та елементів енергоблоків згідно з вимогами НП 306.2.232-2021 [7]
2	Перегляд переліків природних небезпек, які наведено в ЗАБ, з метою приведення їх у відповідність до НП 306.2.232-2021 [7]
3	Розроблення та погодження з Держатомрегулюванням загального керівництва з виконання аналізу безпеки АС стосовно зовнішніх запроєктних природних впливів
4	Виконання аналізу безпеки енергоблоків АС стосовно зовнішніх природних впливів та їх комбінацій, які раніше не було проаналізовано в ЗАБ енергоблоків
5	Доповнення та/або коригування планів аварійної готовності АС до впливу природних небезпек (у разі необхідності)

ництво має враховувати сучасний міжнародний досвід аналізу врахування РПУ щодо природних впливів.

#### Висновки

З 2021 року чинним в Україні є нововведений НПА НП 306.2.232-2021 «Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій щодо зовнішніх впливів природного характеру» [7], метою розробки якого було визначення сучасних вимог до оцінки безпеки АС щодо зовнішніх впливів природного характеру з урахуванням уроків аварії на АЕС «Фукусіма-1» та з використанням міжнародного досвіду та практики з цього питання, зокрема рекомендацій МАГАТЕ та референтних рівнів безпеки WENRA. У статті наведено огляд відповідних вимог до:

визначення природних небезпек майданчика АС;

відбору природних небезпек майданчика АС з метою подальшого аналізу безпеки їх впливу на АС;

врахування проєктних природних впливів;  
врахування запроєктних природних впливів;  
врахування комбінацій впливів;  
попереджувальних та захисних заходів АС від природних небезпек.

Найбільш суттєвим нововведенням у НП 306.2.232-2021 [7] є вимога щодо необхідності врахування запроєктних природних впливів,

які мають розглядатися в межах аналізу РПУ. На разі в міжнародній практиці відсутні однозначні підходи щодо способів визначення значень запроєктних впливів. У статті з посиланням на НП 306.2.232-2021 [7] наведено рекомендації щодо визначення фізичних параметрів запроєктних природних впливів, які можуть бути використані експлуатуючою організацією під час розроблення заходів щодо впровадження нормативного документа НП 306.2.232-2021 [7], зокрема в загальному керівництві з виконання аналізу безпеки АС щодо зовнішніх запроєктних природних впливів.

Також рекомендовано узагальнений алгоритм виконання оцінки запасів до настання порогових ефектів щодо запроєктних природних впливів.

#### Список використаної літератури

1. НП 306.2.141-2008. Загальні положення забезпечення безпеки атомних станцій. Затвердж. наказом Держатомрегулювання України від 19.11.2007 № 162, зареєстр. в М-ві юстиції України 25.01.2008 за № 56/14747.

2. НП 306.2.162-2010. Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій. Затвердж. наказом Держатомрегулювання від 22.09.2010 № 124, зареєстр. в М-ві юстиції України від 21.10.2010 за № 964/18259, зі змінами.

3. НП 306.2.144-2008. Вимоги з безпеки до вибору майданчика для розміщення атомної станції. Затвердж. наказом Держатомрегулювання України від 07.04.2008 № 68, зареєстр. в М-ві юстиції України 28.05.2008 за № 467/15158.

4. ПИН АЭ-5.6 Нормы строительного проектирования АЭС с реакторами различного типа. Согласованы Госатомэнергонадзор СССР 24.12.1986, утверждены Минатомэнерго СССР 29.12.1986.

5. Report WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors 2020. WENRA, 2021.

6. НП 306.2.208-2016. Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій. Затвердж. наказом Держатомрегулювання від 17.10.2016 № 175, зареєстр. в М-ві юстиції України від 07.11.2016 за № 1449/29579.

7. НП 306.2.232-2021. Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій щодо зовнішніх впливів природного характеру. Затвердж. наказом Держатомрегулювання від 30.04.2021 № 263, зареєстр. в М-ві юстиції України від 20.05.2021 за № 670/36292.

8. Site Evaluation for Nuclear Installations. IAEA Safety Requirements No. NS-R-3 (Rev. 1). Vienna : IAEA, 2016. 27 p.

9. Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-18. Vienna : IAEA, 2011. 146 p.

10. External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants. IAEA Safety Guide No. NS-G-1.5. Vienna : IAEA, 2003. 105 p.

11. Державні гігієнічні нормативи «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)». Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря від 01.12.1997 р. № 62.

12. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ, Мінбуд України, 2006.

13. Рижов Д. І., Шугайло О-й П., Шугайло О-р П., Буряк Р. Я., Хамровська Л. В., Крицька Н. І.. Огляд сучасних міжнародних підходів до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної небезпеки енергоблоків АЕС. *Ядерна та радіаційна безпека*. 2012. № 4(56). С. 23-26. doi: 10.32918/nrs.2012.4(56).05.

14. Mustafin M. A., Ryzhov D. I., Shuhailo O-r P., Shuhailo O-i P., Buriak R. Ya., Pidhaietskyi T. V., Kruhlii Y. D. Application peculiarities of the SMA method in the estimation of NPP structures, systems and elements by means of computational complexes. *Journal of Mechanical Engineering*, 2020. Vol. 23, No. 1. P. 46-52. doi: 10.15407/pmach2020.01.046.

15. Заходи щодо впровадження нормативного документа НП 306.2.232-2021 «Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій щодо зовнішніх впливів природного характеру». Київ : ДП «НАЕК «Енергоатом», 2022.

## References

1. NP 306.2.141-2008. General safety provisions for nuclear power plants. Approved by SNRIU Order No. 162 dated 19 November 2007, registered in the Ministry of Justice of Ukraine on 25 January 2008 under No. 56/14747.

2. NP 306.2.162-2010. Requirements for NPP safety assessment. Approved by SNRIU Order No. 124 dated 22 September 2010 registered in the Ministry of Justice on 21 October 2021 under No 964/18259.

3. NP 306.2.144-2008. Safety requirements for NPP siting. Approved by SNRIU Order No. 68 dated 7 April 2008 and registered in the Ministry of Justice on 28 May 2008 under No. 467/15158.

4. ПИН АЭ-5.6. Standards for structural design of NPPs with different types of reactors. Agreed by the Gosatomenerg nadzor of USSR on 24 December 1986, approved by the Minatomenergo of USSR on 29 December 1986.

5. Report WENRA Safety reference levels for existing reactors 2020. WENRA, 2021.

6. NP 306.2.208-2016. Requirements for seismic resistance design and seismic safety assessment of Ukrainian NPPs. Approved by SNRIU Order No. 175 dated 17 October 2016, registered in the Ministry of Justice on 11 July 2016 under No. 1449/29579.

7. NP 306.2.232-2021. Requirements for safety assessment of nuclear power plants to natural external hazards. Approved by SNRIU Order No. 263 dated 30 April 2021, registered in the Ministry of Justice on 20 May 2021 under No. 670/36292.

8. Site Evaluation for Nuclear Installations. IAEA Safety Requirements No. NS-R-3 (Rev. 1), Vienna, IAEA, 2016, 27 p.

9. Meteorological and hydrological hazards in site evaluation for nuclear installations. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-18, Vienna, IAEA, 2011, 146 p.

10. External events excluding earthquakes in the design of nuclear power plants, IAEA Safety Guide No. NS-G-1.5, Vienna, IAEA, 2003, 105 p.

11. State radiation safety standards of Ukraine (NRBU-97). Introduced by Ordinance No. 62 of the Chief State Medical Doctor of Ukraine on 1 December 1997.

12. ДБН В.1.2-2:2006. Loads and Hazards. Design standards. Kyiv, Ministry of Regional Development, Building and Housing of Ukraine, 2006.

13. Ryzhov, D., Shuhailo, O-i, Shuhailo O-r, Buriak, R., Khamrovska, L., Krytska, N. (2012). Review of the state-of-the-art international approaches to seismic design and seismic safety assessment of NPP units. *Nuclear and Radiation Safety*, 4(56), 23-26. doi: 10.32918/nrs.2012.4(56).05.

14. Mustafin, M., Ryzhov, D., Shuhailo, O-i, Shuhailo O-r, Buriak, R., Pidhaietskyi, T., Kruhlii, Ya. (2020). Application peculiarities of the SMA method in the estimation of NPP structures, systems and elements by means of computational complexes. *Journal of Mechanical Engineering*, 2020, 23(1), 46-52. doi: 10.15407/pmach2020.01.046.

15. Measures for implementation of NP 306.2.232-2021 "Requirements for safety assessment of nuclear power plants regarding natural external hazards", Energoatom, Kyiv, 2022.

### **On State-of-the-Art Requirements for NPP Safety Assessment Regarding External Natural Hazards**

**D. Ryzhov<sup>1</sup>, S. Yehan<sup>2</sup>, O-r Shugaylo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> State enterprise "State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation safety", Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine, Kyiv, Ukraine

With the aim of improving the regulatory framework for nuclear and radiation safety of nuclear installations, regulatory document "Requirements for Safety Assessment of Nuclear Power Plants Regarding Natural External Hazards. NP 306.2.232-2021" (hereinafter referred to as the Requirements) was developed by State Enterprise "State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety" (SSTC NRS) together with State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (SNRIU). This regulatory document was entered into force in accordance with SNRIU Order No. 263 dated 30 April 2021. This article presents an overview of the current Ukrainian standards and rules on

nuclear and radiation safety in terms of taking into account possible natural external hazards to NPPs and considers in details the requirements of NP 306.2.232-2021 with the emphasis on new provisions for selection of natural hazards for further in-depth analysis, as well as for taking into account of design and beyond design natural hazards that should be considered during the analysis of design extension conditions including combinations of hazards. The aim of the article is to:

provide information to design, operation and safety analysis experts regarding up-to-date requirements for safety assessment of nuclear power plants to withstand external natural hazards;

highlight the main challenges faced by the Operator regarding the necessity to consider possible extraordinary natural disasters, including the lessons learned from the Fukushima-Daiichi accident caused by the impact of the earthquake and tsunami, which exceeded the design levels.

Keywords: natural hazard, list of natural hazards, resistance to the natural hazards, design natural hazards, design extension conditions.

Отримано 12.05.2023