



Видове допустими за подкрепа технологии от областта на Индустрия 4.0

Подкрепата по процедурата е насочена към **поне едно от последните четири нива** на дигитализация съгласно Индекса на зрялост за Индустрия 4.0¹, в които се развиват необходимите за Индустрия 4.0 технологии: ниво 3 „Видимост“, ниво 4 „Прозрачност“, ниво 5 „Прогнозен капацитет“ и ниво 6 „Приспособимост“ (съгласно определението в Приложение 10).

Допустимите за подкрепа по процедурата технологии от Индустрия 4.0 са разпределени в таблицата по групи², съответстващи на нивата (етапите) на дигитализация съгласно Индекса на зрялост за Индустрия 4.0.

ВАЖНО: Всеки един актив (ДМА/ДНА), заявен в бюджета на проекта, следва да бъде обоснован като нужен за въвеждане на съответната технология и/или да бъде базиран на нея и/или да притежава технологията като техническа характеристика/функционалност. В случай, че даден ДМА/ДНА, заявен в бюджета на проекта, не е обоснован, че е необходим за въвеждане на съответната технология и/или не е базиран на нея и/или не притежава технологията като техническа характеристика/функционалност, **разходът за него ще се счита за недопустим.**

В случай че даден актив, предвиден за придобиване по проекта, може да бъде отнесен към повече от една технология от Индустрия 4.0, то следва задължително да се определи ЕДНА ОТ ТЯХ КАТО ВОДЕЩА. Избраната за всеки актив **водеща технология** следва да бъде указана в колона „Наименование на технологията от Индустрия 4.0, която се въвежда чрез съответния актив“ в Техническата спецификация (Приложение 5 към Условието за кандидатстване).

¹ Индексът на зрялост за Индустрия 4.0 (Industry 4.0 Maturity Index) е разработен от Интердисциплинарен консорциум (RWTH Aachen University, Technische Universität Darmstadt, Fraunhofer Institute, German Research Center for Artificial Intelligence, TU Dortmund University, TÜV SÜD AG и др. - <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/>. Допълнителна информация за Индекса на зрялост и нивата на дигитализация е представена в Приложение 10 към Условието за кандидатстване.

² Групирането е възприето за целите на процедура BG16RFPR001-1.008 „Въвеждане на технологии от областта на Индустрия 4.0 в предприятията“ по ПКПП.



НИВО (ЕТАП) НА ДИГИТАЛИЗАЦИЯ	ВИДОВЕ ДОПУСТИМИ ТЕХНОЛОГИИ
НИВО 3 „ВИДИМОСТ“	1. Индустриален интернет на нещата (Industrial Internet of Things – IIoT) • Свързани устройства и сензори: ПоТ позволява интегриране на сензори в производственото оборудване и машини, които събират данни за работните параметри, качеството на производството и състоянието на оборудването в реално време. • Мрежи за комуникация: Данните се предават в реално време чрез различни комуникационни технологии (например Wi-Fi, 5G или Bluetooth) към централни системи за анализ. • Open Platform Communications (OPC) Unified Architecture (UA) Gateway 2. Дигитални близнаци (Digital Twins) - съгласно стандарт БДС IEC 62264 - RAMI 4.0 • Виртуални модели на физическите активи: Дигиталните близнаци представляват виртуални копия на реални машини, съоръжения или цели производствени линии. Те позволяват симулации на различни сценарии, за да се види как промени в определени параметри биха повлияли на процеса. • Оценка на въздействието на промените: Чрез дигиталните близнаци може да се разбере как дадени промени ще повлияят на производителността и качеството на продуктите, преди те да бъдат внедрени в реалния производствен процес. 3. Дигитална сянка (Digital Shadow) - съгласно стандарт БДС IEC 62264 - RAMI 4.0 • Виртуални модели на производствени процеси или цели производствени линии и използваните ресурси. Дигитализиране на работни и машинни центрове и производствените маршрути по продукти. Дигиталната сянка се използва за планиране, управление на изпълнението на поръчките, отчитане и анализи. 4. Киберфизични системи (Cyber-Physical Systems – CPS) • Интеграция на физически и цифрови системи: CPS комбинират физическите производствени системи с цифрови модели, позволявайки на машини и оборудване да комуникират и да адаптират своето поведение спрямо текущите данни. Това дава възможност за по-голяма видимост и контрол върху целия производствен процес.



- CPS осигуряват интеграция на множество източници на данни от различни източници (машини, сензори, ERP, MES, EAM, CMMS и др.) и предоставят обобщена информация за вземане на решения.

5. Вертикална и хоризонтална интеграция на системи за управление на бизнеса и производствените процесите

- Форма на организация на бизнеса, при която се наблюдава стремеж за участие във всички етапи на производствения процес на един продукт, което осигурява на бизнеса по-добър контрол върху добавените стойности, намалява общия размер на разходите и позволява да бъдат реализирани по-високи печалби.
- Постига се посредством внедряването на свързани устройства и сензори - Индустриален интернет на нещата (IIoT), OPC UA Gateway за връзка със системите за автоматизация (SCADA, HMI), мрежи за комуникация (например Wi-Fi, 5G или Bluetooth) и други.

6. Периферни изчисления (Edge Computing)

- Технологията се отнася до обработката на данни и изпълнението на задачи възможно най-близо до източника на данни, т.е. в края на мрежата, вместо да се изпращат тези данни към отдалечени центрове за данни (cloud computing), за намаляване на латентността.
- Тази технология позволява в реално време обработка на данни и бърза реакция на устройства и системи, които са част от интернет на нещата (IIoT), като сензори, камери, индустриални машини и други интелигентни устройства.

7. Роботизирана автоматизация на процеси (Robotic Process Automation – RPA)

- Технология, при която софтуерни роботи (или "ботове") автоматизират рутинни, повтарящи се задачи, които обикновено изискват човешка намеса. Тези процеси включват действия като въвеждане на данни, обработка на транзакции, взаимодействие с различни приложения и генериране на отчети.

8. Съвместни работи (коботи)

- Роботи, проектирани да работят съвместно с хора в споделена работна среда, като осигуряват безопасност и взаимодействие с човека. Коботите се използват за автоматизация на задачи, които



	изискват човешко участие, но същевременно предлагат висока степен на гъвкавост, адаптивност и взаимодействие с човека. 9. Триизмерно/адитивно проектиране и производство посредством отпечатване (3D printing) • Технологията представлява производство на модели слой по слой от дигитални модели. • 3D принтиране за бързо прототипиране се използва за персонализирани малки серии. 3D принтирането позволява видимост и проследимост на производствения процес, като интегрира цифровите модели с физическата продукция. • Технологията се въвежда чрез професионални 3D принтери, принтерни ферми и софтуер за производство на детайли и композитни материали. Детайлите от 3D принтирането могат да бъдат направени от разнообразни материали (различни видове пластмаси, метал като например стомана, алуминий, титанови сплави и др.), в зависимост от типа на 3D принтера и неговите възможности. • Събирането на данни от процесите на 3D принтиране дава възможност за мониторинг в реално време, което е ключово за видимостта на системата.
НИВО 4 „ПРОЗРАЧНОСТ“	1. Анализ на големи данни (Big Data) • Технологиите за събиране и анализ на големи данни позволяват на предприятията да идентифицират модели, зависимости и аномалии в производствените процеси. • Предварителен анализ на данни: Инструментите за анализ предоставят възможности за мониторинг в реално време, което помага да се идентифицират потенциални проблеми и да се вземат навременни коригиращи действия. 2. Инструменти за обработка на големи масиви от данни (Big Data Analytics) • Извличане на информация от големи обеми данни: Big Data аналитични инструменти позволяват анализ на големи количества данни, събрани от производствените системи, и предоставят важни изводи и информация за скрити зависимости и тенденции. 3. Облачни технологии (Cloud Computing) • Осигуряване на мащабируеми и гъвкави изчислителни ресурси през интернет.



- Съхранение и обработка на данни в облака: Облачните технологии позволяват съхранение на големи обеми данни и тяхната обработка в реално време. Това дава възможност за лесен достъп до информация от всяка точка и за анализ на данни в глобален мащаб.
- Платформи за управление на данни (Data Management Platforms) - събират и анализират данни от различни източници и предоставят ценна информация за състоянието на производството.

4. Добавената реалност (Augmented Reality – AR) и виртуалната реалност (Virtual Reality – VR)

- AR/VR технологии се използват за визуализация на данни в реално време или симулиране на реални среди за подобряване на процесите на обучение и поддръжка.
- AR може да предоставя допълнителна информация на работниците чрез наслагване на виртуални елементи върху реални процеси, което подобрява ефективността и прозрачността на операциите. Например, техниците могат да използват AR очила за водачи в реално време при поддръжка на оборудване.
- VR също се използват за симулации на процесите, като това осигурява по-добра видимост и разбиране на сложни операции.

5. Машинно обучение (Machine Learning - ML)

- Анализ на причинно-следствени връзки: технология, която позволява анализ на големи обеми данни и разкриване на скрити зависимости. ML алгоритмите могат да откриват модели в данните, които не са очевидни за операторите и служителите, и да осигурят информация за това как различни променливи влияят върху производството.

6. Изкуствен интелект (Artificial intelligence – AI)

- Изкуственият интелект използва обработените данни за предоставяне на интелигентни препоръки и оптимизация на процесите в реално време. Технологиите на AI могат автоматично да анализират промените в процесите и да препоръчват коригиращи действия.



НИВО 5 „ПРОГНОЗЕН КАПАЦИТЕТ“	1. Анализи и симулации на различни сценарии • Симулационни технологии: Използване на софтуер за симулация на производствени линии и процеси, което позволява тестване на различни сценарии без прекъсване на реалното производство. • Предвиждане на потенциални проблеми за вземане на информирани решения. 2. Прогнозна аналитика (Predictive Analytics) • Прогнозни модели: Прогнозната аналитика използва статистически и машинно-обучителни модели, за да предвиди бъдещи събития въз основа на исторически данни. Технологиите анализират тенденции и аномалии в данните, за да предвидят потенциални проблеми или възможности за подобрение. • Прогнозиране на търсене и планиране на производство: Чрез прогнозни модели може да се предсказва бъдещото търсене на продукти и да се оптимизира планирането на производствените ресурси. 3. Изкуствен интелект (AI) за прогнозиране и автоматизация • Автономно вземане на решения: Изкуственият интелект не само анализира данни, но и може самостоятелно да взема решения в реално време, като прогнозира бъдещи състояния на системите и предлага или изпълнява коригиращи действия. • Автономна оптимизация на процесите: AI модели могат да оптимизират производствени параметри и да регулират производствения процес без човешка намеса, като се адаптират към променящите се условия в реално време. 4. Дигитални близнаци с прогнозни функции (Predictive Digital Twins) • Разширени прогнози чрез дигитални близнаци: Дигиталните близнаци надграждат базовите си функции, като се използват не само за симулации, но и за прогнозиране на бъдещи състояния на системите и оборудването. Чрез прогнозни алгоритми могат да се симулират различни сценарии и да се предвиди ефектът на промени в производствените условия. • Прогнозиране на ефективността: Дигиталният близнак може да предоставя точни прогнози за производителността на производствените линии, базирани на реални данни и моделиране.
---	---



	5. Интеграция на изкуствен интелект с човешки оператори (Human-AI Collaboration) • Асистиране на операторите: AI не замества изцяло човешката намеса, а работи в сътрудничество с операторите, като им предоставя прогностични данни и препоръки за действие. Тези системи могат да се учат от операторите и да предлагат алтернативи за оптимизация. • Подобрена ефективност чрез взаимодействие с AI: Операторите могат да получават прогнози и автоматизирани предложения, които да им помагат да вземат по-ефективни решения.
НИВО 6 „ПРИСПОСОБИМОСТ“	1. Автономни производствени системи (Autonomous Manufacturing Systems) • Самоуправляващи се производствени процеси: Автономните производствени системи са способни да работят изцяло самостоятелно, като извършват мониторинг на състоянието на оборудването, оптимизират производствения процес и реагират на променящите се условия в реално време. • Самокоригиране и самооптимизация: Системите могат автоматично да идентифицират и отстраняват неизправности, да адаптират производствените процеси към динамично променящи се условия и да се самооптимизират без необходимост от човешка намеса. 2. Изкуствен интелект (AI) за напълно автономни решения • Самостоятелно вземане на решения: AI е способен да взема напълно автономни решения въз основа на анализи в реално време, като контролира и оптимизира целия производствен цикъл. Алгоритмите могат да предвиждат и коригират процесите в зависимост от променящите се условия. • Автономни системи за контрол и управление: AI е интегриран в системи за управление, които могат да адаптират производствените процеси автоматично, без нужда от човешка намеса. 3. Самоадаптиращи се киберфизични системи (Self-Adapting Cyber-Physical Systems) • Саморегулиране на физическите и цифровите процеси: Киберфизичните системи на това ниво не само наблюдават и анализират, но също така могат да се самоадаптират към промените в производствената среда. Те използват данни в реално време и прогнозни модели, за да вземат решения и оптимизират процесите автоматично. • Самообучаващи се системи: Тези системи използват машинно обучение и дълбоко учене, за да се учат от минали събития и да подобряват своите реакции към бъдещи промени.



4. Разширена роботика (Advanced Robotics)

- Автономни роботи: Роботите са не само автоматизирани, но и автономни, което означава, че те могат да изпълняват задачи без външно ръководство, като се адаптират към променящи се условия и вземат решения в реално време.
- Кооперативна роботика: Роботите могат да взаимодействат както помежду си, така и с хората, като координират своите действия и осъществяват съвместна работа, за да постигнат оптимални резултати.
- Сътрудничество между роботи и хора: AI задвижваните роботи, известни като ко-боти (collaborative robots), могат да работят рамо до рамо с хората, като изпълняват задачи самостоятелно или под ръководството на човешки оператори, когато е необходимо.
- Адаптивни роботи: Те могат да се адаптират към различни задачи и да учат от своите взаимодействия с околната среда и хората, като подобряват своята функционалност с времето.

5. Автономни логистични системи (Autonomous Logistics Systems)

- Самоуправляваща се логистика: Логистичните системи могат автоматично да планират, управляват и изпълняват задачи като складиране, транспорт и доставка на ресурси. Те използват AI и IoT за синхронизация на веригата на доставки в реално време.
- Динамично управление на складовите ресурси: Технологиите за автономна логистика могат да оптимизират управлението на складовите наличности и да адаптират доставките спрямо нуждите на производството.

6. Разширени системи за човешко-роботизирано взаимодействие (Advanced Human-Robot Interaction Systems)

- Интуитивни интерфейси: Технологии като интерфейси за мозъчно-компютърно взаимодействие (brain-computer interfaces) позволяват на хората да контролират роботите и машините по интуитивен начин, като използват жестове, мисловни команди или чрез сензорни интерфейси.
- Интерактивни AI системи: Роботите и системите могат да се адаптират към хората, като използват изкуствен интелект за разпознаване на човешки намерения и поведение и отговарят адекватно на тях.



7. Децентрализирани автономни системи (Decentralized Autonomous Systems)

- Самоуправляващи се системи: Тези системи могат да функционират без централизирано управление, като използват децентрализирани мрежи, за да координират своите действия. Такива системи са самодостатъчни и могат да се адаптират към промените в реално време.
- Blockchain за децентрализирано управление: Включването на blockchain технологии осигурява безопасно и децентрализирано управление на автономните системи, особено при операции с множество участници.