



Съфинансирано от
Европейския съюз



ФОНД НА
ФОНДОВЕТЕ
ФОНД МЕНИДЖЪР НА
ФИНАНСОВИ ИНСТРУМЕНТИ
В БЪЛГАРИЯ



ПРОГРАМА
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТ И
ИНОВАЦИИ В ПРЕДПРИЯТИЯТА

Приложение 1

Видове технологии, които се развиват в различните нива (етапи) на дигитализация съгласно Индекса на зрялост за Индустрия 4.0.

Моделът на зрялост описва шест последователни нива (етапи) на цифрова трансформация, през които предприятията преминават, за да постигнат пълноценна интеграция на технологии от Индустрия 4.0. Този модел помага на предприятията да оценят текущото си състояние и да планират своя път към дигитализация, спрямо етапа в който се намират, а именно:

Етап 1: Компютъризация - На този етап предприятията използват цифрови решения като обработка с цифрово програмно управление (ЦПУ). Този тип решения работят изолирано, като не са свързани помежду си и няма начин за координиране на комбинирани усилия между тях без значително ръчно въвеждане. Всички производствени данни, които събират, са индивидуализирани, групирани и достъпни само след приключване на производството.

Етап 2: Свързаност - Това е етапът, при който цифровите решения които използват предприятията, вече са свързани помежду си по начин, който позволява известна комуникация между машините. Този тип комуникация обикновено е бавна и неефективна, защото на връзките им липсва гъвкавостта, да бъдат в крак с производствените събития, които се случват, оставяйки празнина между данните и наблюдаваната реалност.

Етап 3: Видимост - В този етап от процеса на дигитализация предприятията вече имат достъп до изчерпателни данни в реално време, които са достатъчно подробни, за да позволят на наблюдателите да знаят с точност какво се случва в процесите на предприятието във всеки един момент. На този етап наличието на самите данни е единственият квалифициращ фактор.

Етап 4: Прозрачност - На този етап дигиталното развитие се измества от увеличаване на техническите способности към използване на анализи. За да стигнат до този етап, предприятията трябва да се научат да интерпретират и разбират данните, които са събрали. Повечето софтуери за контрол на цеховете извършват този тип анализ автоматично, като сортират и показват подходящи данни в отговор на потребителски запитвания.

Етап 5: Прогнозен капацитет – При този етап чрез внедрените автономни системи предприятията вече могат да използват данните, с които разполагат в реално време, за да правят прогнози за бъдещето на своите производствени възможности, вкл. кога може да се случи прекъсване на работата, в кой момент контролът на качеството може да се провали, къде дадено съоръжение може да спести от консумация на енергия и др. На този етап системите могат самостоятелно да организират и изпълняват поддръжка, или да планират подмяна на части въз основа на прогнозни данни.

Етап 6: Приспособимост – В последния етап внедрените цифрови системи в съоръжението придобиват способността да действат независимо, използвайки аналитични способности и възможности за прогнозиране. Те могат да предприемат действия, за да се самоадаптират към динамично променящите се условия, и да се самооптимизират без необходимост от човешка намеса.

Подкрепата по Програма „Конкурентоспособност и иновации в предприятията“ ще бъде насочена към последните четири нива на дигитализация, в които се развиват необходимите за Индустрия 4.0 технологии, както следва:

Ниво на дигитализация	Видове технологии
<p align="center">ЕТАП 3 ВИДИМОСТ</p>	<p>1. Индустириален интернет на нещата (IIoT)</p> <ul style="list-style-type: none"> Свързани устройства и сензори: IIoT 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. <p>2. Системи за събиране и визуализация на данни (SCADA и HMI)</p> <ul style="list-style-type: none"> SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): Тези системи управляват събирането и мониторинга на данни в реално време от различни производствени единици. Те дават възможност за дистанционен контрол и анализ на процесите. HMI (Human-Machine Interface): Човеко-машинните интерфейси визуализират събраните данни и улесняват взаимодействието между операторите и производствените системи. Те предоставят графична информация, която прави видими важните параметри на производствените процеси. <p>3. Облачни технологии (Cloud Computing)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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): Тези платформи събират и анализират данни от различни източници и предоставят ценна информация за състоянието на производството. <p>4. Триизмерно/адитивно отпечатване (3D printing)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. Събирането на данни от процесите на 3D принтиране дава възможност за мониторинг в реално време, което е ключово за видимостта на системата. <p>5. Системи за управление на производството (MES)</p> <ul style="list-style-type: none"> MES (Manufacturing Execution System): Тези системи управляват и контролират производствените процеси, като предоставят видимост върху изпълнението на задачите и ефективността на производствените линии. Те събират данни от IoT устройства и ги обработват, за да осигурят пълна картина за текущото състояние на производството. <p>6. Big Data и Анализ на данни</p> <ul style="list-style-type: none"> Събиране на големи масиви от 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. <p>7. Киберфизични системи (CPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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.
<p align="center">ЕТАП 4 ПРОЗРАЧНОСТ</p>	<p>1. Машинно обучение (Machine Learning)</p> <ul style="list-style-type: none"> Анализ на причинно-следствени връзки: Машинното обучение (ML) е ключова 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 човешките оператори, и да осигурят информация за това как различни променливи влияят върху производството. Прогнозиране и предсказване на процеси: ML може да прогнозира бъдещи събития въз основа на исторически данни, което улеснява проактивното управление на производствените процеси. <p>2. Изкуствен интелект (AI)</p> <ul style="list-style-type: none"> Автоматизация на анализите и препоръки: Изкуственият интелект използва обработените данни за предоставяне на интелигентни препоръки и оптимизация на процесите в реално време.



	<p>Технологиите на AI могат автоматично да анализират промените в процесите и да препоръчват коригиращи действия.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Автономно вземане на решения: AI дава възможност за частична автономия на производствените системи, където те сами могат да вземат решения и да се адаптират спрямо промените в работната среда. <p>3. Добавената реалност (AR) и виртуалната реалност (VR)</p> <ul style="list-style-type: none"> • AR/VR технологии се използват за визуализация на данни в реално време и за подобряване на процесите на обучение и поддръжка. • AR може да предоставя допълнителна информация на работниците чрез наслагване на виртуални елементи върху реалния свят, 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 прозрачност и разбиране на сложни операции. <p>4. Дигитални близнаци (Digital Twins)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>5. Разширена Аналитика (Advanced Analytics)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Предсказваща аналитика: Разширените анализи включват използването на инструменти за прогнозиране на бъдещи резултати въз основа на исторически данни и идентифициране на потенциални проблеми. Този тип аналитика дава на предприятията възможност да предвиждат отклонения и да планират подходящи мерки. • Оценка на ефективността на различни процеси: Разширената аналитика може да оцени кои части от производствените процеси са най-ефективни и кои изискват оптимизация. <p>6. Инструменти за обработка на големи масиви от данни (Big Data Analytics)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Извличане на смисъл от големи обеми данни: Big Data аналитични инструменти позволяват анализ на големи количества данни, събрани от производствените системи, и предоставят важни прозрения за скрити зависимости и тенденции. • Интеграция на множество източници на данни: Системите за анализ на Big Data обединяват данни от различни източници (машини, сензори, ERP, MES) и предоставят обобщена информация за вземане на решения. <p>7. Системи за самостоятелно вземане на решения (Autonomous Decision-Making Systems)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Автономни системи, базирани на данни: Тези системи използват алгоритми за вземане на решения на база събрани и анализирани данни. Те могат да контролират производствените процеси и автоматично да коригират параметрите, за да поддържат оптимални условия. • Адаптивно управление на процесите: Системите могат да се адаптират към промени в реално време без необходимост от човешка намеса, като същевременно запазват качеството и производителността на процесите.
<p>ЕТАП 5 ПРОГНОЗЕН КАПАЦИТЕТ</p>	<p>1. Прогнозна аналитика (Predictive Analytics)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Прогнозни модели: Прогнозната аналитика използва статистически и машиннообучителни 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. <p>2. Изкуствен интелект (AI) за прогнозиране и автоматизация</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.

	<ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>3. Прогнозна поддръжка (Predictive Maintenance) с AI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Прогнозиране на повреди: Технологиите за прогнозна поддръжка са още по-напреднали, като използват данни от машини и оборудване за предвиждане на повреди с висока точност. Това позволява ремонтните дейности да се извършват точно преди повреда, като се намалява времето на престой и разходите за поддръжка. • Автономни интервенции: Системите могат сами да организират и изпълняват поддръжка или да планират подмяна на части въз основа на прогнозни данни. <p>4. Дигитални близнаци с прогнозни функции (Predictive Digital Twins)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>5. Автономни производствени системи (Autonomous Manufacturing Systems)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Самоуправляващи се производствени линии: Автономните системи могат да управляват целия производствен процес с минимална човешка намеса, като предсказват и отговарят на промените в търсенето, ресурсите или условията в реално време. • Динамично планиране на ресурси: Производствените системи могат да променят автоматично планирането на ресурси въз основа на прогнози за нуждите от суровини, персонал или оборудване. <p>6. Прогнозно управление на веригата на доставки (Predictive Supply Chain Management)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Прогнозиране на търсене и доставки: Използването на прогнозни алгоритми позволява оптимизация на веригата на доставки, като предсказва търсенето на материали и продукти, както и времето за доставка. • Автономна логистика: На базата на прогнозни данни системите могат да организират логистични операции автоматично, като оптимизират доставките и складирането на ресурси. <p>7. Интеграция на изкуствен интелект с човешки оператори (Human-AI Collaboration)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>8. Разширена автоматизация (Advanced Automation)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Интелигентна роботизация: Роботите и автоматизираните системи не само изпълняват задачи, но и използват прогнозни алгоритми за самостоятелно адаптиране към нови условия и оптимизация на изпълнението. • Системи за динамично управление на производството: Автоматизирани производствени линии, които могат сами да предвидят промени в търсенето и ресурсите и съответно да коригират процесите.
<p style="text-align: center;">ЕТАП 6 ПРИСПОСОБИМОСТ</p>	<p>1. Автономни производствени системи (Autonomous Manufacturing Systems)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>2. Изкуствен интелект (AI) за напълно автономни решения</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.