



ОТ ПИКСЕЛА ДО ПОЛЕТО: ДИГИТАЛНИ ХОРИЗОНТИ В ЗЕМЕДЕЛСКОТО ОБРАЗОВАНИЕ

Зорница Карчева

FROM PIXEL TO FIELD: DIGITAL HORIZONS IN AGRICULTURAL EDUCATION

Zornitsa Karcheva

University of Forestry, Sofia, Bulgaria
Vocational school of transport „Vl. P. Minchev“, Vladimirovo, Montana

Abstract: *The practice described in this paper aims to enhance student engagement and technical literacy in vocational agricultural education by integrating satellite technologies into the curriculum. Developed for 12th-grade students specializing in agricultural mechanization, the lesson implements the Copernicus Browser and Sentinel-2 satellite data to introduce modern remote sensing tools and vegetation indices in an accessible classroom setting. The teaching unit focuses on the interpretation of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and enables learners to assess crop conditions and propose agronomic interventions based on real satellite imagery. Students take on the role of analysts, working collaboratively to identify areas of concern in agricultural fields and link visualized data with agronomic decision-making. The lesson is grounded in STEM-oriented methodology and supports discovery learning, critical thinking, and digital competence. The use of authentic data sources fosters higher-order skills and aligns well with the demands of modern agriculture. The initiative is particularly valuable for underrepresented student groups in rural areas, as it promotes equity in access to innovation and motivates continued education and professional development. It also demonstrates how digital platforms like Copernicus can support applied learning and interdisciplinary integration. This educational model is compatible with European frameworks such as Copernicus for Schools, which reinforces its sustainability and potential for broader dissemination in vocational and general secondary education.*

Keywords: *agricultural training, Copernicus, NDVI, remote sensing, vocational education*

През последните години аграрният сектор преживява интензивна трансформация, обусловена от климатични промени, необходимостта от устойчиво управление на ресурсите и повишената прецизност в земеделската дейност. В този контекст сателитното дистанционно наблюдение придобива изключително значение: програмата *Copernicus*, с мисии като *Sentinel-2*, предоставя безплатен и отворен достъп до висококачествени данни за растителност и земеползване, които са изключително полезни за мониторинг и прогнозиране [1].

Интегрирането на нови технологии в професионалното образование не е просто възможност, а необходимост. Международни организации като OECD и UNESCO подчертават, че дигитализацията в професионалната подготовка повишава пригодността за заетост и адаптивността на учениците към изискванията на съвременния трудов пазар [2]. Включването на платформи като *Copernicus* в учебния процес развива аналитично



мислене, умения за работа с цифрови данни и способност за вземане на решения на база реални екосистемни показатели.

Достъпността и мултидисциплинарният характер на инициативата *Copernicus for Schools* оформят образователна среда, в която учениците работят с автентични сателитни данни и визуализации, което значително повишава тяхната мотивация и интерес към природните науки [3]. Сравнителни изследвания показват, че ученици, обучавани с помощта на сателитни платформи и дистанционно наблюдение, демонстрират по-висока ангажираност и склонност към избор на STEM-направления в бъдещото си професионално развитие [4].

Селското стопанство навлиза в етап на технологична трансформация, при който цифровите решения и дистанционният мониторинг се превръщат в основни инструменти за ефективно управление. Това създава необходимост бъдещите специалисти да познават и прилагат съвременни дигитални технологии. [5] В България ефектът от интеграцията на сателитни технологии в аграрното образование също е обект на изследвания. Данни от района на Горнотракийската низина показват как изображения от *Sentinel-2*, обработени с алгоритми като Random Forest и Support Vector Machines, могат да се използват за прогнозиране на добиви и оптимизация на агротехнически практики [6]. Локални анализи демонстрират, че съчетаването на дистанционни индекси (NDVI, LAI, CWSI) с наземни измервания повишава точността на аграрните оценки и решения [7]. Модернизацията на учебния процес чрез въвеждане на иновативни методики и реални технологии е ключова за съвременното преподаване. Традиционният модел, основан единствено на теория и симулация, не е достатъчен за изграждане на практически и адаптивни професионални умения. В този контекст учебните практики, базирани на анализ на сателитни изображения и цифрови платформи, предоставят на учениците възможност да прилагат наученото в автентични професионални ситуации.

Настоящата работа представя педагогическа практика, реализирана в рамките на специалност „Механизация на селското стопанство“ с ученици от 12. клас в Професионална гимназия „Вл. П. Минчев“. Урокът е базиран на използване на платформата *Copernicus Browser* и изображения от *Sentinel-2* за анализ на растителност чрез NDVI индекс. Практиката надгражда вече утвърден авторски подход за въвеждане на иновативни средства в професионалното образование и продължава педагогическата линия, разработена в предходна публикация, посветена на използването на мисловни карти в обучението по ботаника [9].

Предложената практика отговаря на нуждите от модерна професионална подготовка и подкрепя развитието на ключови дигитални и интердисциплинарни компетентности в STEM среда. Работата е реализирана в рамките на часовете по дисциплината „Автоматизирани системи в земеделието“, където традиционните технически знания се допълват с нови подходи за сателитно наблюдение. Използвани са реални данни и професионални инструменти, които отразяват актуалните тенденции в аграрната индустрия. В допълнение, тя утвърждава междупредметния характер на обучението и насърчава модели, базирани на реални технологични ресурси, които изграждат цялостна професионална култура у учениците [10].

Особената сила на подобни практики се крие в това, че те подкрепят мултикомпонентното учене – процес, при който учениците не само усвояват теоретични



знания, но ги прилагат в контекст, който изисква анализ, интерпретация и вземане на решения. В тази рамка сателитните данни не са просто средство за наблюдение, а повод за диалог, хипотези и реални изводи. Обучението се превръща в процес, в който техническата грамотност се преплита с умения за критично мислене, комуникация и сътрудничество.

Работата с платформи като *Copernicus* насърчава учениците да разбират и управляват сложни информационни източници, което е основополагащо за съвременните професионални роли. Тези уроци ги поставят в ролята на „млади специалисти“, които оперират с реални данни, анализират ги и извеждат практически значими решения. Именно това преживяване създава дълбоко и устойчиво знание – такова, което не е просто запомнено, а е осмислено, преживяно и изключително ефективно за изграждане на практически ориентирани компетентности у младите хора.

Теоретична рамка:

Рамката на настоящата практика включва основните концепции и технологични подходи, върху които се изгражда съдържанието на урока. В този контекст са разгледани както характеристиките на дистанционното наблюдение, така и конкретните методи за интерпретация на вегетационно състояние чрез спектрални индекси. Същевременно се очертават и педагогическите принципи, които оправдават използването на подобни технологии в професионалното обучение.

Дистанционното наблюдение (*Remote Sensing*) представлява събиране на данни за обекти или явления на земната повърхност без директен контакт с тях, чрез използване на сензори, разположени върху сателити, дроневи или самолети. Прилагането на тези технологии в земеделието дава възможност за наблюдение на състоянието на културите, оценка на риска, оптимизация на ресурсите и планиране на интервенции на база на обективни показатели [11].

Един от най-широко използваните индекси за анализ на растителността е NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), който се базира на разликата между отразената в червения (RED) и близкия инфрачервен (NIR) спектър светлина [7]. NDVI предоставя информация за плътността и жизнеността на растителното покритие, като стойностите варират от -1 до $+1$, където по-високите стойности обикновено означават по-интензивна фотосинтетична активност. Индексът е въведен от Rouse и колеги през 1973 г. [8] и се използва масово в аграрните изследвания и мониторинг.

Съвременните образователни платформи, базирани на данни от сателити, дават възможност за реално приложение на концепции от дистанционното наблюдение в училищна среда. *Copernicus Browser* представлява отворена и безплатна система за достъп до мултиспектрални изображения и индекси, включително NDVI, и позволява на учениците да работят с автентични данни за конкретни географски територии [1].

Интегрирането на подобен тип инструменти в обучението е в съответствие с концепцията за „учене чрез правене“ (*learning by doing*), при която учениците се поставят в роля на изследователи, работещи с реални проблеми, технологии и данни [11]. Подобни подходи подкрепят формирането на дигитални, научни и интердисциплинарни компетентности, особено когато се прилагат в професионалното образование [12]. Изследвания сочат, че включването на дистанционно наблюдение в училищния процес



повишава критичното мислене, аналитичните способности и устойчивото разбиране на екологични и агротехнически зависимости [4].

Разработената практика се базира именно на тези принципи. Използвайки платформата *Copernicus Browser*, учениците работят със сателитни изображения от *Sentinel-2*, на познати за тях местности в региона, които сами са засявали в периода на своето обучение, за да анализират вегетационното състояние на реални земеделски площи. Основен акцент в дейността е интерпретацията на NDVI стойности, формулирането на хипотези и предлагането на практически агротехнически решения, което превръща учебния процес в интердисциплинарно изследване, близко до реалната професионална практика.

Методи и цели на преподаване:

Целта на реализираната педагогическа практика е да се повиши ангажираността и техническата грамотност на учениците чрез въвеждане на съвременни платформи за дистанционно наблюдение и интерпретация на вегетационни индекси. Чрез работата с *Copernicus Browser* и сателитни изображения от *Sentinel-2*, обучаемите се въвличат в практически казуси, базирани на реални агротехнически проблеми. Акцентът е поставен върху изграждането на умения за тълкуване на NDVI стойности и разбиране на тяхната роля в прецизното земеделие.

Образователните цели са структурирани в няколко направления, отразяващи както когнитивни резултати, така и формиране на ключови компетентности:

- Когнитивни цели: Учениците осмислят принципите на дистанционното наблюдение и значението на спектралните индекси в контекста на земеделския мониторинг;
- Процедурни умения: Овладеява се работа с платформата *Copernicus*, включително избор на подходящи сателитни слоеве и интерпретиране на NDVI;
- Аналитични и интерпретативни компетентности: Развива се способност за анализ на реални данни, идентификация на проблемни земеделски зони и формулиране на аргументирани агротехнически решения;
- Комуникативни и колаборативни умения: Учениците аргументират хипотези, дискутират наблюдения и представят своите анализи пред останалите.

Методите на преподаване са подбрани в съответствие с принципите на STEM обучението и конструктивистката дидактика. Основни акценти са поставени върху учене чрез откриване (*discovery learning*) и обучение, базирано на проблеми (*problem-based learning*), при което учениците влизат в роля на „млади анализатори“, които извличат знания чрез изследване и практическа интерпретация на реални сателитни изображения. Платформата *Copernicus* осигурява висока степен на интерактивност и възможност за визуализация на реални терени, което подкрепя дълбоко и устойчиво учене. Такива подходи са посочени в литературата като ефективни за развиване на дигитални, екологични и интердисциплинарни компетентности в професионалното образование [11,12], и съответстват на националните методически указания за компетентностно базирано обучение [13].

Методиката е адаптирана спрямо възрастовите и професионални интереси на учениците, като обединява технически, природонаучни и географски компоненти.



Практическите дейности се провеждат в тематичен контекст, пряко свързан с бъдещата професионална реализация на учениците, като създават условия за учене, близко до реалната трудова среда.

Цел на урока:

Основна цел на проведения урок е да ангажира учениците в практически ориентирана учебна ситуация, чрез която те изграждат знания и умения за прилагане на дистанционно наблюдение в земеделската практика. Акцентът е поставен върху развитието на разбиране за значението на вегетационните индекси, в частност NDVI, и тяхната способност да отразяват състоянието на растителността в реални земеделски условия.

В процеса на работа учениците овладяват базови умения за използване на платформата *Copernicus Browser*, включително избор на подходящи сателитни слоеве и интерпретация на NDVI стойности. Те влизат в роля на анализатори, които изследват конкретен земеделски казус и формулират възможни агротехнически решения въз основа на обективни сателитни данни.

Съществен елемент в реализирането на целите е развитието на комуникативни умения, логическо мислене и способност за представяне на изводи в колективна среда. Предвид профила на учениците, поставените цели са тясно обвързани с практическите изисквания на съвременното аграрно производство и с необходимостта от дигитално ориентирано обучение в професионалните гимназии.

Очаквани резултати:

В резултат на учебната дейност очакванията са учениците да демонстрират задълбочено разбиране за същността и значението на дистанционното наблюдение в съвременното земеделие. Те следва да могат да използват платформата *Copernicus Browser* за достъп до сателитни изображения от *Sentinel-2*, както и да прилагат наученото за визуализация и анализ на NDVI индекс в конкретен аграрен контекст. Чрез анализ на реални данни се цели изграждане на умения за интерпретация на спектрална информация, идентифициране на рискови зони с понижена вегетация и предлагане на съответни агротехнически мерки.

Освен техническите и аналитични компетентности, учениците развиват и умения за работа в екип, аргументация и презентиране на решения пред аудитория, както и проява на критично мислене, отговорност и осъзнаване на значението на цифровите технологии за устойчивото управление на земеделски ресурси.

Урокът е разработен специално за ученици в 12. клас – зрелостници в професионално направление „Механизация на селското стопанство“, и в същото време включва съдържание, близко до теми, изучавани в начални курсове по агрономство, в съответствие с програмите на български висши учебни заведения. Така практиката има потенциал както да мотивира учениците за продължаващо образование, така и да ги подготви за реална агротехническа среда, в която се изискват умения за работа с цифрови данни и прецизни технологии.

Постигнатите резултати се вписват в рамката на компетентностния подход и целят не само натрупване на знания, но и формиране на нагласи за приложение на



дигитални иновации в професионалната практика. В допълнение, урокът подпомага изграждането на профил на завършващ ученик, който притежава практически приложими умения и е по-подготвен да се включи както в секторите на земеделието и аграрните услуги, така и в процеси на иновационна трансформация на стопанствата. Това директно повишава пригодността за заетост, особено в контекста на модернизирания производствени практики и нуждата от дигитално подготвени кадри в селското стопанство.

Време за провеждане и необходими материали за ход на дейности по урочната единица:

Урокът се реализира в рамките на един учебен час (45 минути) и преминава през три последователни етапа: въведение, основна дейност и обобщение (вж. Таблица 1). Всеки от тях е съобразен с педагогическите цели и предоставя възможности за активна работа с цифрови инструменти, анализ на реални данни и дискусия в учебна среда. Въвеждащата част поставя учениците в контекст чрез преговор и свързване на предходни знания по природни науки с тематиката на дистанционното наблюдение и NDVI. Основната дейност е фокусирана върху работа с платформата *Copernicus Browser*, където учениците анализират изображения от *Sentinel-2* и формулират хипотези на база на стойностите на вегетационни индекси. Заклучителният етап включва представяне на изводи, обмен на идеи и рефлексия върху приложимостта на наученото.

Таблица 1. Етапи и времево разпределение на урочната единица

Етап на урока	Продължителност	Акценти в дейността
Въведение	7-10 минути	Връзка с предходни знания; въвеждане в темата чрез въпроси и примери
Същинска дейност	25 минути	Работа с <i>Copernicus Browser</i> ; анализ на NDVI и казусен проблем
Обобщение и представяне	8-10 минути	Групова дискусия; представяне на резултати; изводи и рефлексия

За реализиране на урока са необходими ресурси като: компютри или лаптопи с достъп до интернет; мултимедиен проектор или интерактивна дъска; достъп до уеб платформата *Copernicus Browser*; работни листове с насочващи въпроси и линк към конкретна координатна зона за анализ. При възможност се използва и *Google Earth* за подпомагане на пространственото ориентиране и верификация на наблюденията от сателитните изображения.

Ход и дейности на урока:

Урокът се реализира поетапно, като всяка дейност е методически обвързана с изграждането на конкретни познавателни и практико-приложни умения. Последователността от действия следва принципите на дидактическа яснота, активност на обучаемите и контекстуално учене чрез работа с автентични данни и цифрова среда.

- *Въведение в тематиката:*

Преподавателят активира предходни знания чрез дискусия върху влиянието на климатичните и почвените фактори върху състоянието на земеделските култури. Представят се ключови понятия като дистанционно наблюдение, сателитна мисия *Sentinel* и въвеждане на понятието за индекс NDVI. Въвеждащата част надгражда теми, разглеждани в предходни уроци – включително практики, свързани с окрайчване на земеделски площи и познания по земеделски машини, придобити в модулите по „Механизация“.



Фиг. 1. Въведение в темата: дискусия за факторите, влияещи върху състоянието на растителността

В допълнение, урокът продължава STEM-модела на преподаване, въведен още в 9. клас, когато учениците работят по теми, свързани с агротехнически практики и интегриране на цифрови ресурси. Така новата учебна единица надгражда вече изградени образователни модели и разширява компетентностите чрез прилагане на реални сателитни данни в професионален контекст. Методически това създава познавателна рамка и позволява формиране на първоначални хипотези.

- *Поставяне на учебен проблем*

Формулира се основният въпрос: „Как можем да разпознаем влошено състояние на растителността от сателитна снимка?“ Изграждането на урока върху проблемно-базирана структура насърчава аналитично мислене и създава контекст за активно участие чрез самостоятелно изследване.

- *Демонстрация на платформата Copernicus Browser*

Преподавателят извършва демонстрация в реално време, като показва избор на дата и координати, активиране на NDVI слой и интерпретиране на цветово кодираната скала. Коментарите и действията се извършват в реален земеделски контекст, което подпомага визуалното възприятие, ориентирането в пространството и разбирането на логиката на платформата.

- *Анализ на сателитни данни*

Учениците наблюдават изображения на познати земеделски терени в платформата и под ръководството на преподавателя идентифицират участъци с понижена или засилена вегетационна активност. Работата протича с помощта на насочващи въпроси и кратки



дискусии, които развиват умения за интерпретиране на цифрова информация, логическо мислене и хипотетичен подход.

- *Участие на активни ученици*

Избрани ученици излизат пред класа и представят своята интерпретация на конкретен, познат земеделски участък, аргументирайки анализа си с помощта на визуални и числови индикатори от NDVI. Това стимулира активност, комуникативни умения и увереност при публично представяне на решения, базирани на данни.

- *Обобщение*

В заключителната фаза се провежда дискусия за ползите от използването на сателитни технологии в аграрната практика. Преподавателят насочва вниманието към ролята на обективните данни при вземане на информирани агротехнически решения, като подчертава междупредметни връзки с икономика, агрономия и технологии.

- *Рефлексия и преход към следваща тема*

Часът завършва с отворена дискусия на тема: „Къде в бъдещата си професионална дейност бихте използвали подобен тип анализ?“ Рефлексията подпомага осмисляне на наученото и насърчава трансфер на знания към реални професионални ситуации.

Реализираната урочна единица потвърждава потенциала на сателитните технологии като ефективно средство за повишаване на ангажираността, аналитичните умения и професионалната ориентация на учениците в направления, свързани с аграрния сектор. Използването на платформата *Copernicus Browser* в учебна среда създава условия за автентично учене, при което абстрактни концепции, като NDVI индекса, придобиват конкретна практическа стойност чрез работа с реални данни и територии.

Урокът демонстрира как интеграцията на цифрови ресурси и съвременни методи в професионалното образование води до усвояване на знания по начин, съответстващ на реалностите и изискванията на съвременния пазар на труда. Приложеният педагогически подход – основан на визуализация, интерпретация и съвместна дискусия – способства за изграждането на ключови умения: от дигитална грамотност и пространствено мислене до способност за критични анализ и вземане на решения, базирани на данни.

Представената практика е ярък пример за това как преподаването на технически дисциплини може да бъде обогатено чрез иновативни стратегии, насочени към развиване на STEM компетентности и укрепване на междупредметните връзки. Така се създава устойчива основа за бъдещо надграждане на модела и негов трансфер към други образователни и професионални направления.

Методиката и съдържанието на урока позволяват адаптация към разнообразни образователен контекст – както в рамките на професионалното обучение в различни сектори (екология, геоинформационни науки, енергетика), така и в интердисциплинарни инициативи с проектно-базиран характер. Възможността за включване в европейски образователни мрежи, като *Copernicus for Schools*, разширява перспективите за устойчиво сътрудничество между училище, научни среди и реалната икономическа практика.

Литература



- [1] Copernicus Programme. *Overview of Copernicus mission and data availability*. European Commission, 2025. <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus>
- [2] OECD. *OECD Skills Outlook 2022: Building skills for a resilient workforce*. OECD Publishing, 2022. <https://www.oecd.org/education/oecd-skills-outlook-2022-2c5dc07a-en.htm>
- [3] Copernicus for Schools. *OBSERVER: Copernicus & Remote Sensing – learning opportunities for young students.*, 2021. <https://www.copernicus.eu/en/news/news/observer-copernicus-remote-sensing-learning-opportunities-young-students>
- [4] García-Lázaro, C., Llorens, P., Castañer, O., & Fernández, M. *Edusat: Remote Sensing as an Educational Resource – The Use of Copernicus Data in Secondary Education*. AGILE: GIScience Series, 2:26, 2021. <https://www.researchgate.net/publication/352141170>
- [5] Amici, S., Lasaponara, R., & Santarsiero, A. *Teaching High School Students to Utilize Remote Sensing Data: A Case Study on Wildfires*. Remote Sensing, 12(21), 3635, 2020. <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/21/3635>
- [6] Kamenova, I., Chanev, M., Dimitrov, P., Filchev, L., Bonchev, B., Zhu, L., & Dong, Q., *Crop Type Mapping and Winter Wheat Yield Prediction Utilizing Sentinel-2: A Case Study from Upper Thracian Lowland, Bulgaria*. Remote Sensing, 16(7), 1144, 2024. <https://doi.org/10.3390/rs16071144>
- [7] Tucker, C. J. *Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation*. Remote Sensing of Environment, 8(2), 127–150, 1979. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)
- [8] Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. *Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS*. NASA Technical Report, 1973.
- [9] Karcheva, Z. *Да учим ботаника чрез мисловна карта*. Наука и образование, Бургаски университет, 2024.
- [10] Dannwolf, L., Triebnig, G., & Lang, S. *Bringing Earth Observation to Classrooms – A Motivational Analysis of the Geo:spektiv Platform*. Remote Sensing, 12(19), 3117, 2020. <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/19/3117>
- [11] Kholoshyn, I., Hrechaniuk, O., & Volkova, N. *Pedagogical Techniques of Earth Remote Sensing Data Application into Modern School Practice.*, 2019. <https://doi.org/10.55056/cte.399>
- [12] UNESCO. *Rethinking Education: Towards a Global Common Good?* Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2015. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232555>
- [13] Национална агенция за професионално образование и обучение (НАПОО). *Методически указания за разработване на държавни образователни стандарти за придобиване на квалификация по професии*. София: НАПОО, 2019. https://www.navet.government.bg/bg/media/Metodicheskii_ukazania_012019.pdf

За контакт с автора:

Д-р Зорница Карчева

Лесотехнически университет, София

Професионална гимназия по транспорт „Вл. П. Минчев“

с. Владимирово, обл. Монтана

e-mail: zorykarchewa@gmail.com