

**ПЛАНИРАНЕ И ПРОВЕЖДАНЕ НА ЛАБОРАТОРНИ ЕКСПЕРИМЕНТИ В  
УСЛОВИЯТА ЕЛЕКТРОННО ДИСТАНЦИОННО ОБУЧЕНИЕ  
(ПО ВРЕМЕ НА ПАНДЕМИЯТА ОТ COVID-19)**

**Камелия Йотовска<sup>1</sup>, Виктория Нечева<sup>2</sup>**

*Софийски университет “Св. Климент Охридски”, Биологически факултет, Катедра Методика  
на обучението по биология, бул. Драган Цанков № 8, 1164 София, България*

*<sup>1</sup> e-mail: kami\_yotovska@abv.bg; <sup>2</sup>e-mail: v.necheva@abv.bg*

**PLANNING AND CONDUCTING LABORATORY EXPERIMENTS IN THE CONDITIONS  
OF E-LEARNING  
(DURING THE COVID-19 PANDEMIC)**

**Kamelia Yotovska\*, Victoria Necheva\*\***

*Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Biology, Department of Biology Education,  
8 Dragan Tsankov Blvd., 1164 Sofia, Bulgaria*

*\*e-mail: kami\_yotovska@abv.bg; \*\*e-mail: v.necheva@abv.bg*

**Abstract**

The formation of practical skills is an important part of the training of students' pre-service biology teachers at Sofia University „St. Kliment Ohridski“. These skills vary from planning and experimenting to solving problems and data analysis.

One of the challenges during e-learning in higher education in the pandemic caused by COVID-19 in the 2020/2021 academic year is the transformation of practice-oriented scientific disciplines into a full distance learning form.

The article describes the pedagogical experience of teaching experiment design and the students' work on planning, conducting, and documenting a biological experiment in e-learning (within the discipline Methodology and technique of the teaching experiment in biology).

The methods used are theoretical analysis and synthesis, pedagogical experiment, observation, survey, and statistical processing of data.

The analysis of the results shows that it is a good practice to assess not only the students' knowledge but also their research skills for planning and conducting a laboratory experiment at home. This results in focusing on the individual skills of the learners, and feedback information helps them improve their scientific skills.

**Keywords:** *e-learning, distance learning, experiment, COVID-19, university education*

**Въведение**

Електронното дистанционното обучение в условията на пандемията и изолацията, резултат от COVID-19 се оказва едно от най-големите предизвикателства пред образованието в последните години. Въпреки трудностите, новата реалност предостави възможности за приложение на нови подходи и методи на обучение в университетите и показа устойчивостта на сектора. „Новата реалност“ наложи промяната в мисленето, а натрупването на педагогически опит отваря нови хоризонти от възможности за преподаване и учене.

В тази връзка се оказва ценно всяко споделяне на опит, добра практика и документиране на въздействието на пандемията върху образователната система (Marinoni, et al., 2020). Значително влияние върху успеха на процеса на електронно обучение оказва удовлетворението на обучаемите. Неговото проучване и анализ водят до подобряване на качеството на системата за електронно обучение (Rashid & Yadav, 2020; Aboagye, et al., 2021).

Едно от предизвикателствата по време на електронното дистанционно обучение в условията на пандемията, причинена от COVID-19 е трансформирането на практически-ориентирани научни дисциплини в изцяло дистанционна форма на обучение.

Концепцията за ключовите компетентности извежда на преден план обучението (в това число и университетското), ориентирано към резултати (Nikitchenko, 2017; Асенова & Йотовска, 2014; Асенова, 2000). В този контекст важна част от методическата подготовка на студентите, бъдещи учители по биология е усвояването на алгоритми за планиране и провеждане на биологични експерименти (опити) в училище. Експерименталната работа играе основна роля в преподаването и усвояването на природните науки (Bakker, 2018). Тя е съществена част от динамиката на реализирането им. В този смисъл експерименталната работа е залегнала и в програмите по човекът и природата и по биология и здравно образование (със средно 13-22% от часовете по съответния учебен предмет).

Експериментът е преднамерено, контролирано и насочвано от определени изследователски очаквания, въздействие върху определено явление при дадени условия. Той е систематично изменение (манипулиране) на ситуацията, при което се наблюдават промените в дадено поведение, настъпили в резултат от изменението. Това дава възможност да се търсят причинно-следствени връзки и да се формулират изводи за тях (Allot & Mindorff, 2014; Auer, et al., 2020). В зависимост от условията (степената) на контрол върху независимите променливи и другите фактори експериментът може да бъде лабораторен (изкуствен) и полеви (естествен). При изкуствения експеримент изследователят контролира условията на независимата (независимите) променлива, но също и всички други фактори, които по негова преценка могат да влияят върху зависимата променлива. При естествения експеримент изследователят може да контролира единствено независимата (независимите) променлива.

В най-общ план експерименталният метод се явява средство за верификация на теоретичните постановки и за разкриване каузални връзки (Allot & Mindorff, 2014; Dongen, et al., 2021).

Обучението по Методика и техника на училищния експеримент по биология включва знания, умения и компетентности, свързани с планирането, организацията и провеждането на предметно-практическа дейност в рамките на различни форми на организация. В хода на обучението по дисциплината се формират знания и умения за организиране и провеждане на биологичен експеримент в средното училище, включващ основните типове експериментална работа, както и за подготовка на необходимата материална база за провеждането на биологичен експеримент. Практическите умения варират от решаване на проблеми до анализ на данни. Те са широкообхватни и могат да се прилагат извън контекста на конкретната научна дисциплина. Преподаването на тези умения е важна част от образованието по наука, но често се пренебрегва (особено в случаи, когато преподавателят се фокусира върху преподаването на съдържанието).

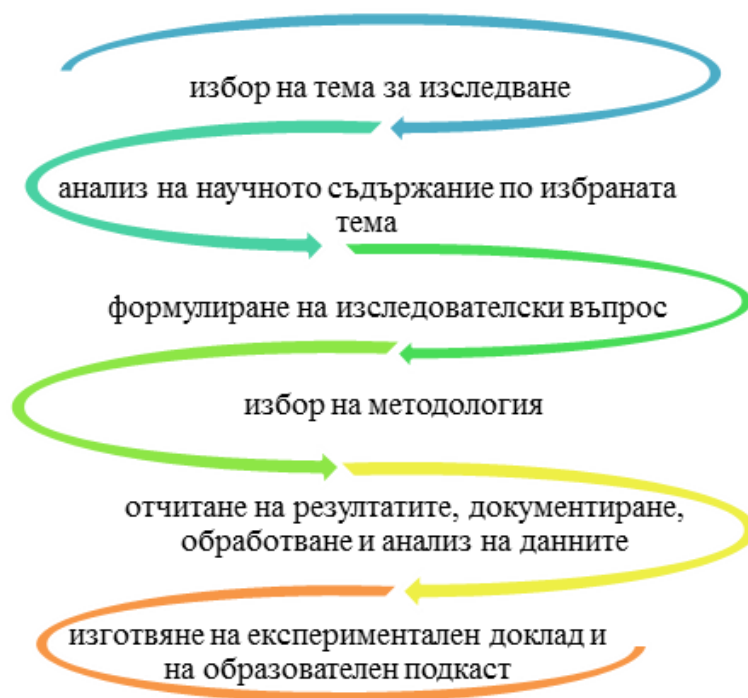
### Методология

В статията е описан педагогическият опит от преподаването на дизайн на експеримент и работата на 29 студенти върху планиране, провеждане и документиране на биологичен експеримент в условията на електронно дистанционно обучение. Емпиричното изследване е проведено по време на дистанционното обучение през академичната 2020-2021 г. в рамките на дисциплината Методика и техника на учебния експеримент по биология. Дисциплината се изучава в 4 курс от студенти в бинарните специалности „Биология и химия“, „Биология и английски език“ и „География и биология“.

Използваните методи са теоретичен анализ и синтез, педагогически експеримент, педагогическо наблюдение, анкетно проучване и статистическа обработка на получени данни. Анкетната карта е авторска и е разработена за целите на конкретното проучване. С нея се цели да се установят: наличие на достатъчна по обем коректна научна информация, обезпечаване с дидактически материали, ресурси за самоподготовка и др. по дисциплината; затруднения, които срещат студентите при планиране и провеждане на експеримент в дистанционна форма на обучение; степен на удовлетвореност от качеството на дистанционно обучение по дисциплината Методика и техника на учебния експеримент по биология; мнения и предложения за оптимизиране на обучението по дисциплината в бъдеще и др.

### Обучение по дизайн на биологичен експеримент в условията на дистанционно обучение – резултати и обсъждане

Обучението по дизайн на биологичен експеримент (планиране, провеждане и документиране на експеримент) на студентите бъдещи учители преминава през определена последователност от етапи (фиг. 1).



**Фигура 1.** Последователност от етапи в обучението по дизайн на експеримент (планиране, провеждане и документиране на биологичен експеримент) на студентите

Студентите *избират и предлагат тема за изследване*, която подлежи на обсъждане с преподавателя. Този етап не затруднява студентите като цяло. Респонденти с относителен дял 86,2% не са се затруднили при неговото изпълнение, 13,8% от анкетиранияте студенти са се затруднили малко.

Преподавателят преценява, доколко избраният научен проблем може да се изследва с наличните материали и методи. Практиката показва, че често студентите бъдещи учители си поставят цели, които надхвърлят собствените им възможности и тези на преподавателя, както и

наличната материална база. Ролята на преподавателя е изключително важна – трябва внимателно да обсъди възможностите за реализация на предложената от студента тема за научен експеримент и ако е необходимо да предложи промени, без това да повлияе на мотивацията на студента. В изследвания випуск студенти се наложи прецизиране или корекция в 6 от избраните теми.

Следващата стъпка се преминава по-самостоятелно от обучаемия. Тя изисква **анализ на научното съдържание по избраната тема** т.е. всеки студент прави литературен обзор по избраната тема. На този етап преподавателят също може да се намеси, особено в случаи, когато литературата по даден въпрос е твърде обемна или пък твърде оскъдна. Запознаването с литературата по научен въпрос е важен момент в обучението, тъй като тя дава възможност на студентите да разширят познанията си във връзка с експеримента, научава ги как да се справят в огромния поток от информация и как да отсяват важното за тях. Този етап не създава никакви затруднения при студенти с относителен дял 75,9%, а студенти с относителен дял 24,1% се затрудняват малко. Вероятното обяснение на тези резултати се дължи на факта, че студентите са на финала на обучението си и не за първи път се изисква от тях анализ на научно съдържание.

След литературния обзор, студентите **формулират изследователски въпрос**. Той е базисен елемент от научния метод и процеса на експериментален дизайн. Изследователският въпрос трябва да е достатъчно точен и ясен и да съдържа променливите, които ще се изследват. В изследователския въпрос като хипотеза се залагат както параметрите, които ще се използват, така и техните зависимости. Един от ключовите моменти в обучението на студентите в този етап е разяснението, че хипотезата не е въпрос, а проверка на изследователския въпрос. Добра практика за формулиране на хипотеза в обучението на студентите, бъдещи учители по биология е изразът „ако ... (промяна в независима променлива), то тогава ... (промяна в зависима променлива)“. Той изисква студентите първо да идентифицират променливите, което понякога налага промяна в реда, в който те планират да изпълняват стъпките на своя експеримент.

Практиката, натрупана в годините на обучение на студентите, бъдещи учители по биология, показва, че те се нуждаят от обучение относно трите типа променливи – зависими (Какво ще се измерва?), независими (Какво ще се промени?) и контролирани променливи (Какво ще се запази?). За целта е разработен тренинг за работа с променливи.

При затруднения по отношение на формулирането на изследователски въпрос след обучението с тренинга, на студентите се препоръчва използването на интелектуални карти (mind map).

Данните от анкетното проучване показват, че преди обучението за работа с променливи 82,8% от респондентите са изпитвали затруднения при формулиране на изследователски въпрос. След обучението с тренинга едва 13,8% от студентите имат нужда от помощ при формулиране на изследователския въпрос. Може да се направи извод, че тренингът „работи“ в условия на електронно дистанционно обучение.

Следващ етап е описание на прецизна **методология** – студентът предлага съответна методология – тя може да е авторска или пък адаптирана от научен източник. Преподавателят отново участва активно, за да прецени дали предложените материали и методи, експериментални техники са осъществими в условията на домашна среда. Важна част от този етап е оценка на риска.

Задължителен елемент на този етап е разписването от студентите на прецизен алгоритъм (последователност от стъпки) за реализиране на експеримента. Коректният алгоритъм позволява възпроизводимост на експеримента (експерименталният метод да може да бъде изпълнен от друг техен колега по време на обучението или от учениците по време на стажантската практика на студентите). Този етап не създава затруднения на повечето респонденти (с относителен дял

75,9%). Вероятните причини за това са използването на научно проверена методология, адаптирана от самите студенти и на обучението за създаване на алгоритми.

Етапът *отчитане на резултатите, документиране, обработване и анализиране на данните* са пряк резултат от по-горните стъпки в реализацията на научния експеримент. От съществено значение за качеството на експерименталната работа е начинът, по който студентите документират резултатите си. Документирането трябва да е лесно за разбиране и смислено. По-голяма част от студентите избират да записват данните в таблица (72,4%), също да правят се чертежи и схеми на наблюденията (48,3%). Най-висок е относителният дял на студентите, които комбинират различни начини за документиране на експеримента (86,2%). Студентите задължително правят снимки и видеа по време на провеждането на експеримента, защото финалните продукти са два – освен изготвеният експериментален доклад е необходимо да представят и образователен подкаст, отразяващ проведения експеримент (фиг. 2).



**Фигура 2.** Подкасти на студенти по дисциплината Методика и техника на учебния експеримент по биология

Обучаемите записват трудностите и проблемите, които са имали при провеждането на експеримента. Последното е необходимо за оценка на техния експериментален метод.

На базата на отчетените резултати в този етап студентите правят анализи и формулират изводи. За правилното анализиране на резултатите от количествени експерименти е необходимо обучаемите: да изберат подходяща графика за представяне на данните (хистограма, линейна или кръгова диаграма, и т.н.); да очертаят тенденциите, които се наблюдават при обработката на резултатите (линейна корелация, експоненциална зависимост и др.); да преценят съществуват ли в данните стойности или групи от стойности, които не следват общата тенденция и как може да се обяснят такива стойности и др.

При анализът студентите, бъдещи учители по биология, отчитат дали получените резултати са потвърдили или отхвърлили хипотезата, заложена в изследователския въпрос. При необходимост, преподавателят оказва подкрепа при интерпретацията на резултатите. Обръща се внимание дали тези резултати се потвърждават от други автори, т.е. прави се връзка с изготвения литературен обзор.

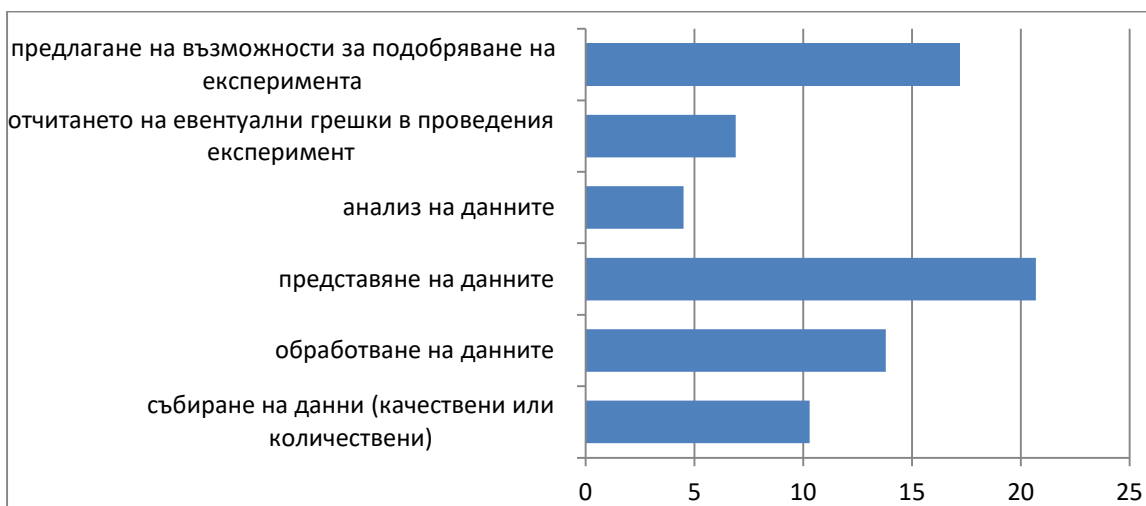
Съществен момент в провеждането и отчитането на научния експеримент е отчитането на грешки – субективни и обективни. Студентите са насърчавани, на основата на отчетените грешки в проведения експеримент, да формулират и предлагат възможности за неговото подобряване.

Последната стъпка в изпълнението на научния експеримент е *изготвяне на експерименталния доклад (написването на лабораторен протокол)*. Той съдържа следните точки:

1. увод – в който се описва актуалността на изследвания научен проблем;
2. изследователски въпрос;
3. материали и методи;
4. резултати;
5. обсъждане и изводи.

Резултатите от анкетното проучване показват, че в дистанционна форма на обучение, като най-лесен студентите определят етапът на събирането на данните (качествени или количествени). Този етап е затруднил студенти с относителен дял 10,3%. По-големи трудности създава обработването на данните (за студенти с относителен дял 13,8%) и тяхното представяне (за студенти с относителен дял 20,7%). Най-големи затруднения студентите срещат при анализа на данните (31% от анкетираните студенти).

Затруднения при отчитането на евентуални грешки в проведения експеримент изпитват студенти с относителен дял 6,9%, а за 17,2% от анкетираните се оказва трудно предлагането на възможности за неговото подобряване (фиг. 3). Вероятната причината за тези резултати е липсата на на обучаемите по този въпрос.



**Фигура 3.** Затруднения, които срещат студентите по отношение на работа с данни при планиране и провеждане на биологичен експеримент (в условията на електронно дистанционно обучение)

За целите на обучението по дизайн на експеримент (планиране, провеждане и документиране на биологичен експеримент) на студентите бъдещи учители по биология е разработена система от обучителни тренинги, видео-материали, работни листове (лабораторни и дискуссионни).

В условията на електронно дистанционно обучение едно от предизвикателствата е оценяване на знанията, уменията и компетентностите на студентите в практически ориентирана дисциплина. Работата на студентите по дисциплината Методика и техника на учебния експеримент по биология се оценява чрез разработена система (критериална матрица), като се оценяват знанията и научно-изследователските умения на студентите по отношение на планиране на експеримента, неговото изпълнение и анализа на резултатите. Оценяват се и двата финални продукти – изготвеният експериментален доклад и образователният подкаст във връзка с проведения експеримент (фиг. 2).

Обучаемите са запознати със системата за оценяване в началото на обучение по дисциплината. Това дава възможност студентите да се съсредоточат върху развитието на своите умения.

Най-голям относителен дял от анкетираните студенти (89,6% от респондентите) са напълно удовлетворени от обучението в курса по Методика и техника на учебния експеримент по биология. Едва 3,4% от респондентите оценяват качеството на курса като незадоволително.

Анкетното проучване показва положителни нагласи и висока степен на удовлетвореност на студентите от педагогическите специалности провеждане на експерименти в условия на електронно дистанционно обучение в Биологически факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“. Анализът на резултатите аргументира необходимостта от продължаване на изследването напр. какви причините за затрудненията на част от студентите и начините за преодоляването им, съществува ли релация между постиженията на студентите по дисциплината ИКТ и работа в дигитална среда по биология и качеството на подкастите и др.

### Заклучение

Преподаването на дизайн на експеримент и работата на студентите по разработване на собствени въпроси и хипотези в условия на електронно обучение са свързани с предвиждане на достатъчно време за извънаудиторна работа. Възможността студентите да конструират „свои“ въпроси, да формулират собствени хипотези и да планират и сами да провеждат проучвания е ценен опит за тях. Наблюденията показват, че целенасочената и планомерно организирана експериментална работа в изгражда у студентите умения: за тълкуване или разработване на наблюдавани или описани модели; за формулиране на изследователски въпроси и хипотези; за проверка на хипотезите; за формулиране на изводи и заключения; за приложение на изследователския подход при решаване на проблеми от различни области на живота и др.

Експерименталната работа (включително и в условията на електронно обучение) развива дивергентно мислене и креативност. Тя предполага приложение и трансформиране на знания и умения при нови условия и ситуации. Провокира творческата инициатива у студентите и влияе положително върху мотивацията им.

В статията са представени резултати от проект „Модернизация на обучението на бъдещи учители по биология чрез разработване и приложение на мултимедийни образователни подкасти в професионалната им подготовка“ (научен проект №80-10-123/26.3.2021 г., финансиран от СУ „Св. Кл. Охридски“).

### Литература:

1. Асенова, А. 2020. Приложение на съвременни образователни технологии в професионалната подготовка на учители по биология, Университетско издателство „Св. Кл.Охридски“. София.
2. Асенова А., & Йотовска, К. 2011. Ключовите компетенции на учителя по биология в контекста на електронното обучение, Издателство: Д. Убенова, София, 159.
3. Aboagye, E., Yawson, J. A., & Appiah, K. N. 2021. COVID-19 and E-learning: The challenges of students in tertiary institutions. *Social Education Research*, 1-8.
4. Allot, A., & Mindorff, D. 2014. *Biology Course Companion*. Oxford University Press.
5. Auer, F., Lee, C. S., & Felderer, M. 2020. "Continuous experiment definition characteristics". In: 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA). IEEE: 186-190.
6. Bakker, A. "What is design research in education? 1". Routledge: 3-22. 2018.
7. Dongen, W. A. N. G., Yi, L. V., Zhouqi, Y. A. N. G., & Huiyun, X. U. 2021. Exploration of Teaching in Cell Biology Experiment. *The Theory and Practice of Innovation and Entrepreneurship*, 4(2), 56.
8. Marinoni, G., Van't Land, H., & Jensen, T. 2020. The impact of Covid-19 on higher education around the world. *IAU Global Survey Report*.
9. Nikitchenko, L. "Forming professional competence in the process of teaching biology students." (2017).
10. Rashid, S., & Yadav, S. S. 2020. Impact of Covid-19 pandemic on higher education and research. *Indian Journal of Human Development*, 14(2), 340-343.