

ВРЪЗКА НА КРИТИЧНОТО МИСЛЕНЕ С КОМПЕТЕНТНОСТНИЯ ПОДХОД В ОБУЧЕНИЕТО ПО ВИСША МАТЕМАТИКА

Доц. д-р Диана Изворска

Технически университет – Габрово

Резюме. Анализиран е актуален за университетската дидактика проблем за формиране на критично мислене (КМ) на студентите в процеса на модернизация на висшето образование. Направено е сравнение на признаците на обикновеното и КМ. Специално внимание е отделено на връзката на КМ с компетентностния подход в обучението по висша математика. Представен е модел за формиране на КМ у студентите и са разгледани педагогическите и дидактическите условия за формиране на КМ.

Ключови думи: критично мислене (КМ); компетентностен подход; обучение по висша математика

Промяната на икономическите и социалните условия в обществото, а така също и новите постижения в науката и техниката предявяват високи изисквания към мисловните способности на специалиста. Мисленето на съвременния специалист с висше образование представлява сложна система, която включва в себе си образно-интуитивно, логическо, научно, практическо, естетическо, икономическо, ергономическо, управленско, комуникативно, а също така и критическо мислене (КМ).

Специалистът трябва да умее да обосновава, разработва и изследва математически модели на технически или икономически обекти и процеси. Голямо значение има умението на специалиста за подходящия подбор на математически апарат за решаването на изходната (техническата или икономическата) задача и ефективното му прилагане за анализиране и интерпретиране на получените резултати. Също така наличието на съвременни информационни технологии и тяхното внедряване в производството води до изменение на професионалната дейност на специалиста. Необходими са умения за подбор на подходящо програмно обезпечаване и неговото приложение за решаване на професионални задачи; критически подход за избор на необходимата информация, за провеждане на изследвания и анализиране на резултатите.

Актуалността за формиране на критично мислене (КМ) е обусловена и от това, че в съвременното общество специалистът е длъжен да умее бързо да се приспособява към настоящата професионална дейност, да я променя и усъвършенства на основата на самостоятелно придобитите знания, да намира пътища за решаване на професионални и социални задачи в нестандартни ситуации.

В условията на демократично общество много важно е да се създадат у студентите навици за адекватно интерпретиране на явленията от заобикалящата ги действителност, да избират оптимални способи на поведение в конкретни житейски ситуации. Затова проблемът за формиране на КМ у младите хора е актуален и злободневен.

Висшето образование оказва огромно влияние върху психиката на човека. Формира се запас на мислене, който характеризира професионалната ориентация на личността. Затова формирането и развитието у студентите на мисловни способности, включващи КМ се явява една от основните задачи на висшето професионално образование.

Идеята за развитието на КМ принадлежи на известните американски психолози от XX в. В. Джеймс и Джон Дюи. По-късно теорията за развитието на КМ е разработена от много други учени, характеризиращи го като отделно свойство на личността, навик за мисловна дейност, личностно и социално значим феномен, приоритетен в областта на образованието.

Наред с това в педагогическата практика са отделени редица противоречия:

- между потребностите на обществото от специалисти, които могат да мислят критично, да поемат отговорността за вземането на решения и недостатъчно разработени механизми за формиране на критично мислене у студентите;
- между потребността на личността от умения за ефективна преработка на информацията и недостатъчното ниво на развитие на критичното мислене;
- между съществуващите в образователната практика модулни програми за формиране на критично мислене у студентите и недостатъчно разработени и научно обосновани препоръки за тяхната реализация във висшите учебни заведения (Tashlanova 2019).

Един от видовете мислене се явява КМ. То е подход в мисленето, представляващ внимателното прилагане на здрав разум, основан на доказателства, в определянето на това дали едно твърдение е вярно, или не. Отнася се не до *пътя за достигане до твърденията*, а до *оценката* им. Бива определяно още като *умението да се вземат решения въз основата на добри аргументи* (Tashlanova 2006). *Дж. Браус и Д. Вуд* определят критичното мислене като *разумно рефлексивно мислене, позволяващо обективно да се разсъждава, логично да се постъпва в съответствие със здравия смисъл, дава възможност за поглед на нещата от различни гледни точки и отказ от собствените предубеждения, да се стигне до нови възможности за решение на проблемите.*

Критичното мислене, способно да издигне нови идеи и възможности, е съществено при решение на проблеми.

Признаците на КМ са:

- формиране на позитивен опит от всичко, свързано с човека;
- формиране на самостоятелно, отговорно мислене;
- аргументирано мислене (убедителни доводи позволяват да се вземат обосновани решения);
- многообразно мислене (проявява се в способността да се разглежда явлениято от различни ъгли);
- индивидуално мислене (формира личностна култура за работа с информация;
- социално мислене (работата се осъществява по двойки, групи; основния прием е дискусията).

Сред ключовите навици, необходими за КМ, се отнасят: способност за анализ и синтез, интерпретация, извеждане на заключения, способност да се дава оценка. *КМ е сложно интегрално качество на личността, съвкупност от мотивационен, познавателен, дейностен, рефлексивен компоненти, осигуряващи процесите на самопознание, самообразование, самореализация (Masterman 2000).*

В таблица 1 е показано по какво критичното мислене се отличава от обикновеното. За разлика от обикновеното мислене критичното мислене заменя смътността, неточността и неопределеността на съжденията с яснота, точност и конкретност на изразяване на мнения.

За успешното изучаване на отделните учебни дисциплини от студентите е необходимо така да се състави учебната програма, че тя да осигурява не само усвояване на определено учебно съдържание, но и да помага за развитие на рационални качества на мисленето в това число и на КМ. Да се учим да мислим по всяка учебна дисциплина означава да я осмислим.

Таблица 1. Сравнение на признаците на обикновеното и на критичното мислене

Характерни признаци на обикновеното мислене	Характерни признаци на критичното мислене
Доверие към информацията	Допускане на различни трактовки на информация
Обединение на понятия по асоциация	Разбиране на принципи, механизми
Предположение без достатъчни основания	Построение на хипотези
Случайно групиране на факти и явления	Обоснована класификация на факти и явления
Изказване на неаргументирано мнение или съждение чрез интуитивна догадка	Изказване на аргументирано мнение

Стихийно предпочитане	Премемерно, оценяващо съждение
Формулиране на съждения без опора върху критерии	Формулиране на съждения чрез критерии
Спонтанна формулировка на изводи	Логична формулировка на изводи като следствие от критичен анализ на факти или явления

Висшата математика е една от фундаменталните дисциплини в учебната програма на студентите от технически и икономически висши училища. Обучението по математика дава големи възможности за развитието на такива качества на критичното мислене (КМ) като логичност, гъвкавост, оперативност, широта, нестандартност. Изучаването на математически дисциплини способства за интелектуалното развитие на личността, развитие на пространственото въображение и представи, алгоритмична култура, формиране на умения за установяване на причинно-следствени връзки, обосноваване на твърдения – все качества, необходими за бъдещата професионална дейност. Без успешното усвояване на математическите дисциплини е невъзможно качествено овладяване на специалните дисциплини. Множество технически и икономически задачи използват различни математически модели. Освен това математическите дисциплини се усвояват с известни трудности от студентите, което е свързано с обективна сложност и висока степен на абстракция на учебния материал. Затова организацията на учебния процес трябва да бъде насочена към формиране на КМ. Тя трябва да способства за повишаване качеството на усвояване на учебния материал от студентите и за формиране на професионална компетентност у бъдещите специалисти. Сред разнообразните методи на обучение по висша математика, способстващи за формиране на КМ, може да се отнесат следните: методи на проблемното обучение, логически прийоми, научноизследователска работа и др. При планиране и провеждане на занятия (лекционни, практически, лабораторни), ориентирани към формиране на КМ, може да се прилагат следните модели.

1. Припомняне: актуализиране на съществуващите знания; пробуждане на интерес от получаването на нова информация.

2. Осмисляне: получаване на нова информация; коригиране от студентите според целите на обучението.

3. Рефлексия: мислене, раждане на нови знания; поставяне на нови цели за обучение.

Единотосновните методи на обучение, способстващи на формирането на КМ, се явява научноизследователската работа. В съвременните условия особено значение за обучението на студентите придобива проблемът, свързан с моделирането на реални процеси. Понятията модели и моделиране са широко

разпространени в сферата на обучението по висша математика, научните изследвания и проектно-конструкторската дейност. Научноизследователската работа позволява на студентите да проявят своята индивидуалност, творческите си способности и КМ, които свидетелстват за нивото на готовност за професионална дейност и ефективното използване на придобитите знания, умения и навици. Изследванията на много учени потвърждават извода, че за повишаване качеството на математическата подготовка на бъдещите специалисти, а така също и за развитието на тяхното мислене е необходимо да се осъществяват приложна и професионална насоченост на обучението. С тази цел в теорията и практиката на обучението по математика е необходимо да се планират занятия, в които се разглеждат приложни и практически задачи, моделират се процеси и реални явления. Това позволява да се развиват качества на мисленето, които се изразяват във формиране у студентите на следните умения: отделяне на съществени фактори на даден процес и абстрахиране от другите; разчленяване на условието на задачата на части; умение за формализиране на условието и интерпретиране на решението на задачата.

Концепцията за КМ се съчетава с компетентностния подход. Анализът на целите и задачите, определени в рамките на компетентностния подход, и развитието на КМ в обучението по висша математика във висшите училища показват сходство. Ефективността на развитие на КМ на студентите в процеса на обучение по математика се осигурява от: формиране на познавателни мотиви, стимулиращи мисловната дейност на студентите; създаване на учебно-изследователска среда; интеграция на съвременни информационни технологии с активни форми и методи на обучение, съдействащи за развитие на КМ на студентите и повишаващи познавателните им интереси.

Обучението в КМ се основава на таксономията на педагогическите цели, разработена през 1956 г. от група американски психолози и педагози под ръководството на Б. Блум.

Той отделя 6 категории учебни цели: знание, разбиране, приложение, анализ, синтез, оценка. Последните 3 нива – анализ, синтез и оценка – М. Томас и А. Манцо отнасят към критичното мислене, което наричат *мислене от по-висок ред* (higher-order thinking).

Да разгледаме следните примери за формулиране на целта и създаване на въпроси и задания в съответствие с таксономията на когнитивните равнища на Блум.

Пример 1

Дисциплина: висша математика.

Цел: да се развият уменията на студентите за намиране дължината на дъга от равнинна крива с помощта на определен интеграл.

1. *Знание*: коя е формулата за намиране дължината на дъга от равнинна крива?

2. *Разбиране*: по колко начина може да бъде зададена кривата? Напишете формулите.

3. *Приложение*: намерете дължина на дъга от кривата $y = \ln(1-x^2)$, ако $0 \leq x \leq \frac{1}{2}$.

4. *Анализ*: определете причините, поради които използваме формулата
$$l = \int_a^b \sqrt{1 + y'^2(x)} dx$$
.

5. *Синтез*: къде ще настъпят промени, ако променим интервала, в който се изменя променливата x ?

6. *Оценка*: разменете работата си със своя партньор и проверете как той е решил задачата. Определете дали Вашият партньор е разбрал как се намира дължина на дъга от равнинна крива, зададена с декартово уравнение. Опитайте се да аргументирате своя извод.

Пример 2

Дисциплина: приложна математика.

Цел: да се развият уменията на студентите за намиране на производна на функция на една променлива и приложението ѝ за намиране на екстремални стойности на функция.

1. *Знание*: коя е формулата за намиране на производна на функция на една променлива, която представлява сбор от няколко функции?

2. *Разбиране*: как се намира производна на степенна функция? Напишете формулите.

3. *Приложение*: намерете производната на функцията $R(x) = x \cdot p(x)$, ако $p(x) = 30 + 8x$ е функцията на печалбата при производството на x единици продукция. Намерете също производната на функцията общите разходи на една фирма за производство на x единици продукция $C(x) = 2820 + 75x + 0,5x^2$.

4. *Анализ*: определете причините, поради които използваме формулата $C'(x) = R'(x)$, за да намерим при какво количество продукция x печалбата е максимална.

5. *Синтез*: къде ще настъпят промени, ако се увеличи обемът на произведената продукция?

6. *Оценка*: разменете работата си със своя партньор и проверете как той е решил задачата. Определете дали Вашият партньор е разбрал как се намира количество продукция x , при което печалбата е максимална. Опитайте се да аргументирате своя извод.

Таблица 2. Опорни въпроси и задания в таксономията на Блум

1. ЗНАНИЕ (възпроизвеждане на информация)	Кой...? Колко...? Кога...? Опишете... Назовете... Дайте определение... Съставете списък... Пресметнете... Разкажете (възпроизведете)... Съставете твърдение...
2. РАЗБИРАНЕ (транслация, интерпретация и екстраполация)	Какво означава...? Това същото ли е, както...? Какви ограничения бихте добавили...? Кое е най-вероятно...? Какви са изключенията...? Какви предложения/факти потвърждават това...? Кажете със свои думи... Назовете с една дума... Покажете... Съставете план... Обяснете какво се случва... Обяснете таблицата, схемата... Преведете информацията от образна във вербална (опишете с думи) и обратно... Сумирайте казаното/прочетеното... Сравнете... Намерете „двойката“... Противопоставете... Перефразирайте... Отделете (научете се да различава-те)...
3. ПРИЛОЖЕНИЕ (в ситуация, нова за студентите или под друга гледна точка)	Какви са възможните резултати/следствия...? Какво би се случило, ако...? Доколко би/как се изменила ситуацията...? Предскажете(предположете), какво би било, ако... Изберете... Класифицирайте... Изобразете във вид на таблица/графика... Решете/разрешете... Илюстрирайте със свои примери... Изберете най-доброто твърдение, което е приложимо/отнася се до... Обяснете...
4. АНАЛИЗ (разчленение на части, форми)	Какви са предпоставките...? Какъв извод може да се направи...? Каква е функцията на ...? Какви идеи потвърждават изводите...? Какви идеи са/не са приложими към...? Какви са отношенията между...? Какви са мотивите/фактите/условията...? Защо...? Каква е основната идея/второстепенните идеи...? Кое твърдение има отношение към .../няма...? Най-маловажните положения са... В това твърдение неявно се подразбира, че...
5. СИНТЕЗ (комбиниране на елементите в схеми, неповтарящи предходни)	Как бихте проверили...? Какво, ако...? Създайте... Предложете алтернатива... Конструирайте... Решете проблема... Планирайте... Формулирайте правило/теория... Изберете... Развийте мисълта си... Предскажете... Представете си, че...
6. ОЦЕНКА (в съответствие с определени критерии, пояснение защо така е оценено)	Кое е по-важно, а кое – по-малко важно/логично/уместно/съответства на ...? Как се е изменило...? Доколко се е изменило...? Намерете грешката... Дайте оценка/оценете значимостта на ... Защитете своите убеждения/позиция... Дайте количествена и качествена оценка (проследете и направете извод)... Отнесете се критично...

Студентите имат разнопосочен запас от знания и определен социален опит, способни са да усвояват интегративни знания и умения, които се трансформират в компетенции при наличие на мотивационни механизми и положително

отношение към активна трудова дейност. Преподавателят може да постави *задачи* за формиране на интегративни мисловни компетенции на основата на логическото, проблемното и КМ, като: усвояване на знания за законите и методите на логическото и критичното мислене, за основите на критичността и самокритичността; овладяване на хипотетико-дедуктивната логика на мислене с елементи на критичност; обучение в умения за разбиране на логическите процедури на КМ: обяснение и предположение, доказателство и опровержение, довод, аргументация, оценка и самооценка; формиране на система от умения за критическо мислене в специално организирани учебни ситуации; формиране на умения за идентифициране на логически грешки и критическа оценка на явления и поведения; обучение за придобиване на умения за логическо, КМ в различни научни области, практическа дейност и обществен живот (Chantov 2017).

В изследването се представя теоретически обоснован модел (фиг. 1) за формиране на КМ у студентите. Той се състои пет блока: *целеви блок*, *функционален блок*, *съдържателен блок*, *организационен блок* и *диагностично-оценъчен блок*.

Целевият блок е движещата сила за процеса на формиране на КМ. От него зависи съдържанието на всеки от останалите блокове. Целта позволява да се определи съдържанието на задачите, методите, принципите и средствата на професионалното обучение. В този смисъл определянето на целите всъщност е планираният резултат.

Функционалният блок включва подходите за формиране на КМ, принципите и функциите.

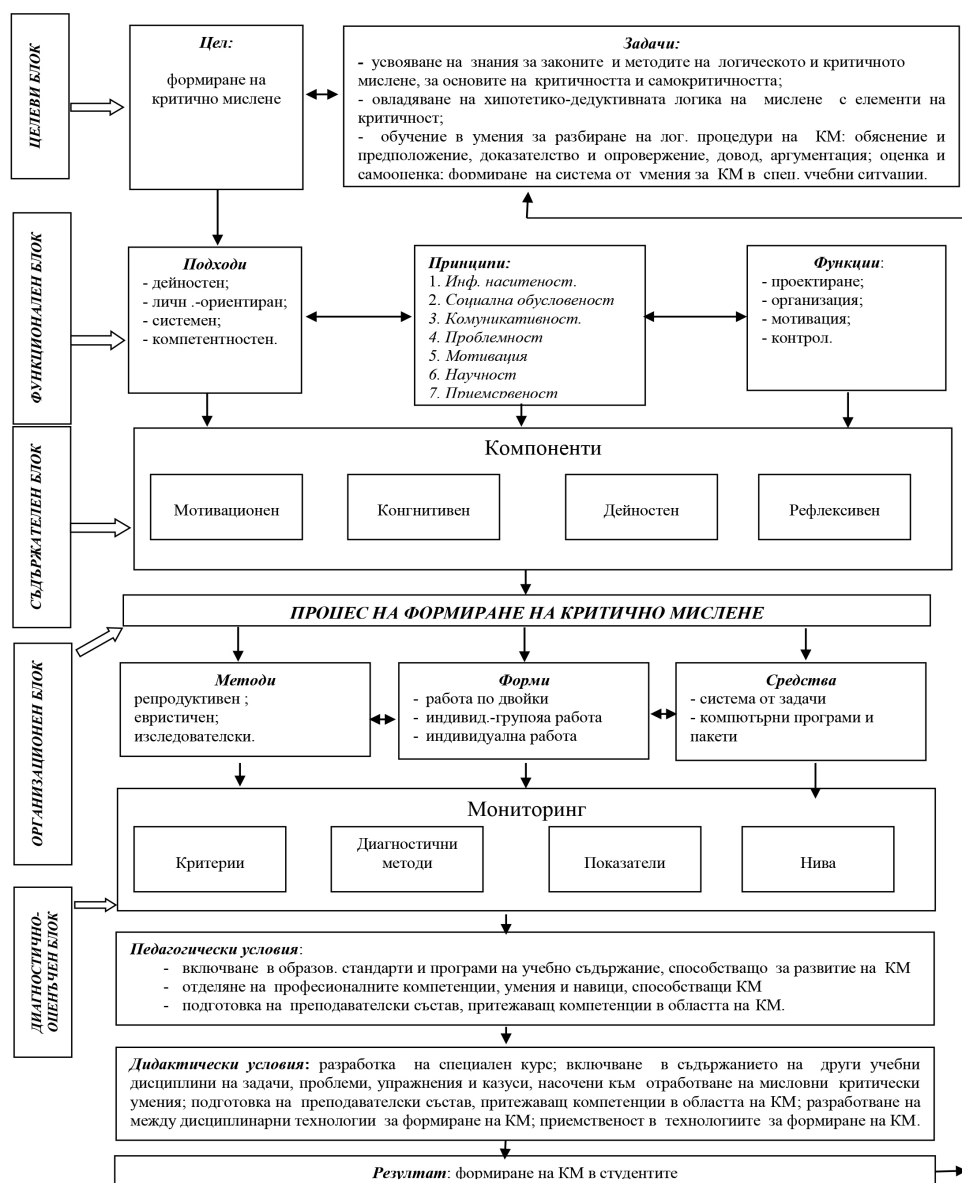
Съдържателният блок характеризира основните направления в процеса на формиране на компонентите (мотивационен, когнитивен, дейностен, рефлексивен) на КМ.

Организационният блок представлява методическа система, построена на основата на компетентностния подход в обучението, а така също и на теорията на пълното усвояване на знанията, уменията, навиците и компетенциите и отразява процеса на формиране на КМ.

Диагностично-оценъчният блок осъществява редовна проверка и контрол върху хода на формирането на КМ. Той предполага диагностика на нивото на формираност на КМ. Тази диагностика е свързана с анализ на интересите на бъдещите специалисти в определена сфера с оглед професионалната им дейност.

Придвижването по отделните блокове интензифицира процеса на формиране на КМ. Те се реализират в постоянна взаимовръзка с хода и съдържанието на дейността на студентите, коригирана от преподавателя според конкретните ситуации и личностните особености.

Моделът (фиг. 1), представящ технологията за формиране на КМ, може да служи като ръководство на преподавателя в избора му на адекватни методи,



Фигура 1. Модел за формиране на КМ

конкретни прийоми на обучение, форми на организация на учебната дейност и оценка по време на обучението.

Към педагогическите условия за формиране на КМ могат да бъдат отнесени следните: включване в образователните стандарти и програми на учебно съдържание, способстващо за развитие на КМ; семинари и специални проекти; отделяне на професионалните компетенции, умения и навици, способстващи КМ; подготовка на преподавателски състав, притежаващ професионални компетенции в областта на логическото и критичното мислене; координация на изследванията в областта на развитие на мисленето; обмен на опит на изследователи и преподаватели за иновациите в технологиите за формиране на критично мислене на конференции, семинари и в специални проекти.

Дидактическите условия са: разработка на специален курс; включване в съдържанието на други учебни дисциплини на задачи, проблеми, упражнения и казуси, насочени към отработване на мисловни критически умения; наличие на диагностични методи за определяне нивото на КМ, отчитайки възрастовите особености, способности и житейския опит на обучаемите; разработване на интердисциплинарни технологии за формиране на КМ; приемственост в технологиите за формиране на КМ у студентите.

В заключение може да се каже, че обучение по висша математика, което е насочено към формиране на КМ, води до повишаване качеството на висшето образование. То способства за формирането у студентите на качества като логичност, гъвкавост, планиране, настойчивост, осъзнаване и готовност за коригиране на своите грешки, които са им необходими в бъдещата професионална дейност.

Практическата значимост на изследването се състои във възможността за реализация на получените резултати в следните направления.

1. Системно използване на разработените научно-методически основи за построяване на учебни планове и програми, занятия по фундаменталните и специалните дисциплини с цел повишаване ефективността на обучението при едновременно съкращаване на аудиторната заетост на студентите.

2. Засилване на професионално ориентационния компонент на образование чрез използване на учебни задачи, максимално приближаващи се до реалните професионални задачи, решавани от специалистите в областта на новите информационни технологии и инструментални средства.

ЛИТЕРАТУРА

ПОТАПОВА, А. Н., 2014. Формирование критического мышления у студентов технических специальностей при изучении математического анализа. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, Т. 9, № 19, Online version ISSN 2308-1996, Printed version ISSN 2308-5258.

- СОРИНА, Г.В., 2003. Критическое мышление: история и современный статус. *Вестник Московского университета*, № 6, с. 97 – 110.
- ТАШЛАНОВА Н.Д., 2019. Развитие критического мышления студентов в вузах. *Проблемы науки и образования*, Т. 9, № 18. ISSN 2304-2338, Online ISSN 2413-4635.
- ЧАНТОВ, В., 2017. *Чуждоезиковата комуникативна компетентност в контекста на непрекъснато образование*. София: За буквите – О писменехъ. ISBN 978-619-185-298-7.
- ШАКИРОВА, Д.М., 2006, Формирование критического мышления учащихся и студентов: модель и технология. *Educational Technology & Society*, Т. 9, № 4, с. 284 – 292. ISSN 1436-4522.
- MASTERMAN, L., 2000, New Paradigms and Directions, *Telemedium. Journal of Media literacy*, vol. 46, no. 1, p. 273. ISBN 1944-4982.

REFERENCES

- CHANTOV, V., 2017. *Foreign language communicative competence in the context of continuous education*. Sofia: About the letters - About writing. ISBN 978-619-185-298-7.
- MASTERMAN, L., 2000. New Paradigms and Directions, *Telemedium. Journal of Media literacy*, vol. 46, no. 1, p. 273. ISBN 1944-4982.
- POTAPOVA, A.N., 2014. Formation of critical thinking in students of technical specialties when studying mathematical analysis. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, vol. 9, no.19, pp. 2308-5258. Online version ISSN 2308-1996, Printed version ISSN.
- SHAKIROVA, D.M., 2006. Formation of critical thinking of pupils and students: model and technology. *Educational Technology & Society*, vol. 9, no. 4, pp. 284 – 292. ISSN 1436-4522.
- SORINA, G.V., 2003. Critical thinking: history and modern status. *Journal of the Moscow University*, no. 6, pp. 97 – 110.
- TASHLANOVA N.D., 2019, Development of critical thinking of students in universities. *Problems of science and education*, vol. 9, no. 18, pp. 63 – 64. Printed version ISSN 2304-2338, Online version ISSN 2413-4635.

CONNECTION BETWEEN CRITICAL THINKING AND COMPETENCE BASED APPROACH WHEN LEARNING CALCULUS

Abstract. In this article, an analysis of a topical problem for university didactics concerning the formation of critical thinking (CT) in students in the process of modernization of higher education has been made. A comparison is drawn between properties of both ordinary and critical thinking. Special attention is given to the relationship between CT and competence-based approach in learning Calculus. A model of CT formation in students has been presented and detailed consideration given to pedagogic and didactic conditions for CT formation.

Keywords: critical thinking (CT); competence-based approach; calculus learning

✉ **Dr. Diana Izvorska, Assoc. Prof.**

ORCID iD: 0000-0001-8061-9150

WoS ID: FFL-7389-2022

Scopus ID: 6506660385

Department for Language and Specialized Training

Technical University of Gabrovo

Gabrovo, Bulgaria

E-mail: dizvor@tugab.bg