

РЕЗЮМЕТА

на основните резултати и научните приноси

на доц. д-р Димитър Пилев, предоставени за участие в конкурс за „професор“

Статии

В статия [1] са разработени модели за прогнозиране на нивото на преобразуване на вакуумни остатъци при различни работни условия.

Хидрокрекингът на вакуумен остатък с кипящ слой и каталитичния крекинг с течност (FCC) са сред най-печелившите процеси в съвременното рафиниране. Тяхната оптимална работа е жизненоважна за петролната рентабилност в рафинирането. Ето защо разбирането на комбинираното им действие и взаимовръзката между двата процеса на преобразуване на тежък петрол, в реална условия, биха могли да осигурят ценна информация за по-нататъшно оптимизиране на производителността. В рафинерията на ЛУКОЙЛ Нефтохим Бургас са преработени девет отделни петролни суровини, принадлежащи към екстра леките, леките и средните типове суров петрол, с цел проучване на комбинираната производителност на два процеса: FCC на вакуумен газьол и хидрокрекинг на вакуумен остатък от кипящ слой H-Oil. Работните условия, характеризиращи захранването и продуктите от двата процеса са оценени чрез използване на междукритериален анализ, определящ променливите със статистически значими зависимости. Математическият софтуер Maple 2023 Academic Edition е използван за разработване на модели за прогнозиране на нивото на преобразуване на вакуумни остатъци при различни работни условия. Установено е, че моделът на проточен реактор с активираща енергия от 215 kJ/mol и ред на реакция от 1,59 осигурява най-висока точност на преобразуване на вакуумния остатък със средно абсолютно отклонение от 2,2%. Също така е установено, че добивите на H-Oil са зависими от нивото на преобразуване на вакуумния остатък и съдържанието на FCC суспензионно масло (SLO), рециклирането на частично

смесен мазут, точка на кипене на материала под 360 °C и вакуумния газьол (VGO) в захранването на H-Oil. Установено е, че преобразуването на FCC зависи от съдържанието на H-Oil VGO в FCC захранването и съдържанието на FCC SLO в H-Oil захранването.

В [2] е използван интеркритериален анализ за оценка на данни от комерсиален хидрокрекинг за вакуумни остатъци по време на обработка на смеси от остатъци: Urals, Siberian Light и Basra Heavy. Установено е, че основният принос за подобряването на преобразуването е хидродеметализацията (HDM) и увеличаването на ΔT на първия реактор. Повишаването на HDM от 40 на 98% и ΔT ($\Delta T(R1)$) на първия реактор от 49 на 91 °C са свързани с повишаване на конверсията на вакуумния остатък от 62,0 до 82,7 тегл. %. Разработеният нелинеен регресионен модел за преобразуване от HDM и $\Delta T(R1)$ показва по-голямо влияние на $\Delta T(R1)$ върху увеличаването на преработката, отколкото увеличението на HDM. Оценката от междукритериалния анализ показва, че по-високият първи реактор ΔT потиска скоростта на образуване на утайки в по-голяма степен, отколкото по-високият HDM. В преработката на тежкия вакумен остатък от Basrah се наблюдава намаляване на хидродеасфалтизацията (HDA) от 73,6 на 55,2% и HDM от 88 на 81%. Потвърдено е, че HDM и HDA са взаимосвързани. Установено е, че постигането на конверсия от 80 тегл.% и по-висока по време на обработката на вакуумни остатъци от Urals и Siberian Light е възможно, когато HDM е около 90% и $LHSV \leq 0,19 \text{ h}^{-1}$.

В [3] са разработени емпирични корелационни и метаевристични модели за предсказване на индекса на пречупване на петролни течности въз основа на плътност, точка на кипене и фракционен състав на SARA. Индексът на пречупване е важно физическо свойство, което се използва за оценка на структурните характеристики, термодинамичните и транспортните свойства на петролните течности и за определяне на началото на флокулацията на асфалтени. За съжаление индексът на пречупване на непрозрачни петролни течности не може да бъде измерен, освен ако не се използват специални експериментални техники. Поради тази причина са разработени емпирични корелационни и метаевристични модели, предсказващи индекса на пречупване на петролни течности в зависимост от плътност, точка на кипене и фракционен състав на SARA. Резултатите от представените методи за точно прогнозиране на индекса на пречупване са съпоставени с модели, реализирани на база на изкуствена невронна

мрежа. Използвани са три набора от данни, състоящи се от специфично тегло и точка на кипене на 254 петролни фракции, отделни въглеводороди и хетеро-съединения (Набор 1); специфично тегло и молекулно тегло на 136 сурови масла (Набор 2); и специфично тегло, молекулно тегло и данни за състава на SARA на 102 сурови масла (Набор 3) за тестване на осем емпирични корелационни, прогнозиращи индекса на пречупване.

Представени са три нови емпирични корелационни модела, както и три модела, реализирани с помощта на програмен продукт Maple (NLPSolve), използващ модифициран итеративен метод на Нютон. За набор 1 най-точното предсказване на индекса на пречупване е постигнато от модела ANN с %AAD от 0,26%, последвано от новоразработения корелационен модел за набор 1 с %AAD от 0,37%. Най-добрия корелационен модел, съобразно литературна справка, открит за набор 1, е тази на Riazі и Daubert, реализиращ %AAD от 0,40%. За набор 2, най-добрите резултати са получени от моделите на ANN, а резултатите на новоразработения корелационен модел за набор 2 с %AAD на прогнозиране на индекса на пречупване са от 0,21% и 0,22%. За набор 3, моделът ANN показва %AAD на прогнозиране на индекса на пречупване от 0,156%, последван от новоразработения корелационен модел за набор 3 с %AAD от 0,163%.

В публикации [4, 5 и 7] са анализирани известни, предварително обучени модели, използвани за разпознаване на лицеве емоции. Моделите са използвани за подобрене процеса на обучение на студенти въз основа на техните лицеве емоции, по време онлайн лекции или упражнения.

Основните лицеве емоции могат да бъдат групирани като положителни (щастие и изненада), неутрални и отрицателни (страх, гняв, тъга и отвращение). Въз основа на тези три групи от емоции, могат да се предприемат и съответните коригиращи действия от страна на преподавателя, чрез адаптиране и персонализиране на учебния материал. Въз основа на направения анализ, са избрани два предварително обучени модела на CNN, използвани за разпознаване на лицеве емоции (FER) - един базиран на DeepFace CNN модел и друг на VGG. Моделите са обучени с набори от данни FER-2013 и CK+, а са проверени с личен набор от данни, събрани по време на лятната постерна сесия в ХТМУ. Установено е, че сравняваните модели постигат по-висока точност (с около 10%) при определяне на положителни емоции. Това се дължи на факта, че повечето от участниците в постерна сесия са усмихнати, спокойни и доволни. За събития, където участниците са подложени на

натиск, стрес, гняв, безразличие или неудовлетвореност (напр. интервюта за работа, изпитни сесии и т.н.), разгледаните модели не дават добри резултати.

За подобряване разпознаването човешки емоции като разкриване на неутрални и негативни емоции като умора, скука и др. в [5] е предложен хибриден мултимодален модел, разпознаващ човешки емоции въз основа на лицево изражение и език на тялото. За целта е избран предварително обучен BER модел, който в комбинация с FER модел, реализират хибридна система, използвана за подобряване на обучението на студенти въз основа на техните положителни, неутрални или отрицателни емоции. Допълнителното разпознаване на емоции, реализирано чрез езика на тялото BER, подобрява точността с до 10%. Представен е модул за вземане на решения, използващ предварително зададени правила, умело комбинира резултатите от 26 BER и 7 FER емоции.

За постигане на по-голяма точност при отчитане на човешки емоции, в [4] е реализирана бимодална система, отчитаща лицеви емоции в комбинация с метеорологичните условия. Към лицевото разпознаване на емоция FER е добавена невронна мрежа, разпознаваща метеорологичното време. Бимодалният модел комбинира резултатите от FER модела (определящ лицева емоция *angry, disgust, fear, happy, sad, surprise, neutral*) и Resnet50 (определящ времето в една от следните категории *cloudy, rain, snow, sunny, hot*). Моделът FER връща като резултат вектор от 7 елемента. Всеки елемент задава вероятността, с която е определена съответната емоция. От своя страна, Resnet50 връща цяло число в интервала 0-4, съответстващо на предсказаното време (0-cloudy, 1-rain, 2-snow, 3-sunny, 4- hot). Получените от двата модела резултати, в комбинация с тегловните коефициенти от т.нар. вероятностна матрица, дават окончателния резултат, предсказан от модела. Вероятностна матрица е с размерност 5x7. Редовете съответстват на времето, а колоните на лицевите емоции. Сумата на тегловните коефициенти за всеки ред е 1. Самите коефициенти са определени емпирично. Основното предимство на предложения модел е, че коефициентите в матрицата могат да се променят в зависимост от типа на провежданото събитие – спортно състезание, конференция, тържество, ваканция и др., което се отразява върху неговата точност (емоциите за отделните мероприятия са различни). Така предложения бимодален модел за разпознаване на лицеви емоции, увеличава общото разпознаване на емоции от 69,85% до повече от 80-83%. Предложената разработка може да се използва за адаптиране на учебния материал, съобразно неговото възприемане от страна на студентите, както и за подпомагане на преподавателите в неговото представяне чрез промяна на темпото на преподаване. Отделно, разпознатите от система лицеви емоции, могат да се използват и за откриване на ранен стадий на някои

заболявания или за разпознаване на отношението на учениците към някои събития, случващи се на открито, както и влиянието на времето върху емоционалното състояние на хората.

В [6] е направен сравнителен анализ на известни платформи, използвани за дистанционно обучение в електронна среда. Разгледани са на най-често използваните платформи в България. Въз основа на проучването са определени качествата, които трябва да притежава т.нар. "идеална" платформа за дистанционно обучение в електронна среда.

В статия [8] са определени количествата на различни класове фенолни съединения в етанол екстракти от джибри от червено грозде и техните компоненти, люспи и семена в сравнение с винена мъст и червено вино от същия сорт грозде. Установено е, че джибрите от червено грозде са богати на полифенолни съединения, а гроздовите семена имат най-голямо съдържание на проантоцианидини.

Разработени са статистически модели, определящи на база на червения цвят, полифенолното съдържание, флавоноидите и антоцианините във виното (червено или розе).

В [9] е разработен регресионен модел, включваща нови променливи на взаимодействие и квадратични функции (MLR+NP), приложени за моделиране на почасови концентрации на PM_{10} в София в зависимост от метеорологичните показатели - температура (T), влажност (W), скорост на вятъра (V) и радиация (R) и един замърсител CO. Изследването е проведено в рамките на една година - между 04.2016 и 03.2017. Резултатите показват, че от 70% до 89% от вариацията на PM_{10} може да се обясни с факторите T, W, V, R, CO и техните квадратични функции и взаимодействия. Установено е, че месечните модели могат да прогнозират концентрациите на PM_{10} за отделните месеци с по-голяма точност в сравнение с модела, получен чрез използване на стойности, отнасящи се за цялата година. Разработените модели са потенциален инструмент както за прогнозиране на концентрациите на PM_{10} , така и за разработване на системи за контрол и управление на замърсяването.

Статия [10] предлага междукритериален анализ, разработен на базата на интуиционистична размитост и индексни матрици, за оценка на данните за обработка на хидрокрекера за вакумен остатък с кипящ слой H-Oil в ЛУКОЙЛ Нефтохим Бургас с цел разкриване на причините за повишено замърсяване, регистрирано по време на 3-тия цикъл на H-Oil хидрокрекинг.

Установено е, че когато съотношението на ΔT на 1-ви реактор към ΔT на 2-ри реактор надвиши 2, възниква прекомерно замърсяване на оборудването с H-Oil. Установено е също, че замърсяването се увеличава от обработката на вакуумни остатъчни масла на Conradson с по-ниско съдържание на въглерод, а намалява чрез увеличаване на дозата на нанодисперсията катализатор HCAT. Замърсяването в долната част на атмосферната кула се улеснява от по-ниското съдържание на аромати в продукта от дъното на атмосферната кула. Добавянето на FCC суспензионно масло не само увеличава ароматното съдържание, но също така разтваря някои от асфалтените в атмосферното остатъчно хидрокрекирано масло и намалява неговия индекс на колоидна нестабилност. Замърсяването в долната част на вакуумната кула се улеснява от по-високото съдържание на наситени киселини във VTB. Установено е, че съдържанието на асфалтен в VTB понижава степента на замърсяване. В направеното изследване не е открита връзка между съдържанието на утайки в хидрокрекираните остатъчни масла, измерени чрез тестове с гореща филтрация, към замърсяването на оборудването на H-Oil.

В [11] са анализирани и характеризирани четиридесет и осем сурови масла с вариации в специфичното тегло ($0,782 \leq SG \leq 1,002$), съдържание на сяра ($0,03 \leq S \leq 5,6$ тегл.%), съдържание на наситени киселини ($23,5 \leq \text{наситен} \leq 92,9$ тегл.%), съдържание на асфалтен ($0,1 \leq \text{Като} \leq 22,2$ тегл.%) и съдържанието на вакуумни остатъци ($1,4 \leq VR \leq 60,7$ тегл.%). Предложен е модифициран SARA анализ на нефт, позволяващ постигането на масов баланс ≥ 97 тегл.% за лек суров нефт. Разработена е процедура за симулиране на петролни криви TBP от HTSD данни, използвайки нелинейна регресия и модел на разпределение на Riazi. Реализиран е нов корелационен модел, прогнозиращ съдържанието на наситен петрол от специфичното тегло и точката на течливост със средно абсолютно отклонение от 2,5 тегл.%, максимално абсолютно отклонение от 6,6 тегл.% и отклонение от 0,01 тегл.%. Използван е междукритериален анализ, за оценка на наличие на статистически значими връзки между различните свойства на петрола, както и за определяне степента на сходство

между изследваните петролни суровини. Установено е, че степента на сходство между суровите нефти въз основа на данните от HTSD анализа може да се различава от данните за Kw фактора, характеризиращ тесни фракции от суров нефт. Резултатите от това проучване показват, че обратно на общоприетата концепция за постоянния Kw фактор за характеризирани, Kw факторите на тесните фракции се различават от тези на суровия петрол. Освен това, разпределенията на Kw факторите на различните суровини са различни.

В статия [12] са тествани различни остатъчни масла от права дестилация и хидрокрекирани вакуумни остатъчни масла, смесени с различни леки масла, относно техния вискозитет с помощта на специфичен вискозиметър на Engler, генерирайки 158 проби от данни за вискозитет на смес от тежки масла. Тествани са двадесет и един налични от литературата емпирични корелационни модели, относно способността им за предсказване на вискозитета. Потвърдено е, че вискозитетът на сместа от тежко масло експоненциално намалява с повишаването на концентрацията на разредителя. Установено е, че линеаризираната форма на двойния логаритъм на уравнението на Walther, използвайки концепцията за вискозитетен индекс на смесване, е подходяща за моделиране не само на вискозитета на отделни остатъчни масла и битум с различни разредители на леки масла, но също така и за вискозитета на сместа от тежък суров петрол. Също така е установено, че параметрите на модела са специфични за експерименталните данни и трябва да бъдат настроени към конкретния набор от данни за вискозитета.

Резултатите от разработката, потвърждават твърдението и на други изследователи, че подходът, използващ изкуствена невронна мрежа (ANN) осигурява по-висока точност на прогнозиране на вискозитета на смеси от тежко масло и разредител в сравнение с емпиричните корелационни модели. За набор от 109 вискозитетни проби на смеси от вакуумно остатъчно масло-разредител, най-добрите емпирични корелационни модели дават среден абсолютен процент на отклонение (% AAD) от 6,7, докато за ANN стойността е % AAD = 2,2.

Статия [13] представя разработка на нова система за киберфизична сигурност с лицево разпознаване, която включва невронна мрежа и интелигентни алгоритми за оценка на нивото на сериозност при пробиви в сигурността. Системата включва аларми с нива на сериозност, вариращи от 1 (ниска тежест) до 4 (критична), базирани на разпознаване на лица и данни от

сензори за въглероден диоксид и температура. В случай на пробив в сигурността е представен план за реакция при съответен инцидент. Предложената разработка е приложима за офиси, работни пространства, сървърни стаи, центрове за данни и други области, където се съхраняват данни.

Представената архитектура позволява гъвкавост по отношение на параметрите, използвани в процеса на определяне на нивото на заплаха, свързано с кибер-физична охрана на обект. Критериите по отношение на нивото на заплаха може лесно и бързо да се адаптират при промяна на политиките за сигурност, а адаптирането на CNN, свързано с лицевото разпознаване на посетителите, предоставя нови перспективи за развитието на системи за осигуряване на киберфизическа сигурност.

Предимствата от интегрирането на AI методи, комбинирани с допълнителни данни от сензори (CO₂ и температура) в киберфизичната сигурност, включват подобрена точност, намалено време за реакция и подобрени възможности за откриване на заплахи.

Учебно помагало

Учебното помагало [П1] е предназначено за студентите бакалаври на ХТМУ – София. Помагалото може да бъде полезно за всеки, който се интересува от встъпителен курс по Информатика. Разгледани са следните основни теми:

- Организация и принцип на действие на компютърните системи
- Аритметични и логически основи на компютърните системи
- Операционни системи
- Компютърни мрежи и тяхното използване
- Технологичен процес на обработка на информацията с помощта на компютърна система
- Програмиране на C/C++
 - Основни елементи на езика
 - Типове данни

- Операции и изрази
- Управляващи структури
- Сложни типове данни

Разработен е модул за графично представяне на резултати, позволяващ визуализиране на резултатите от написаните от студентите програми (C/C++) чрез линейни (възможност за използване на една или две оси) и контурни диаграми. Модулът е изграден на база на библиотеката Matplotlib и е платформено независим (може да се използва в среда на Windows, Linux и др.). Написана е документация, описваща процеса на инсталиране и използване на модула.