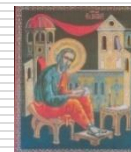


ПОДХОД НА ОБОБЩЕНИЯ ДИНАМИЧЕН МОДЕЛ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА БИОТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ

Проф. д-р Мая Игнатова



INSTITUTE OF ROBOTICS

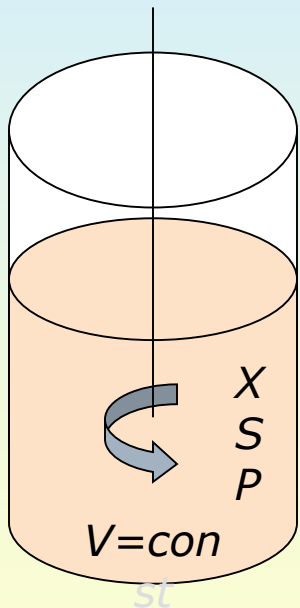


Bulgarian Academy of Sciences

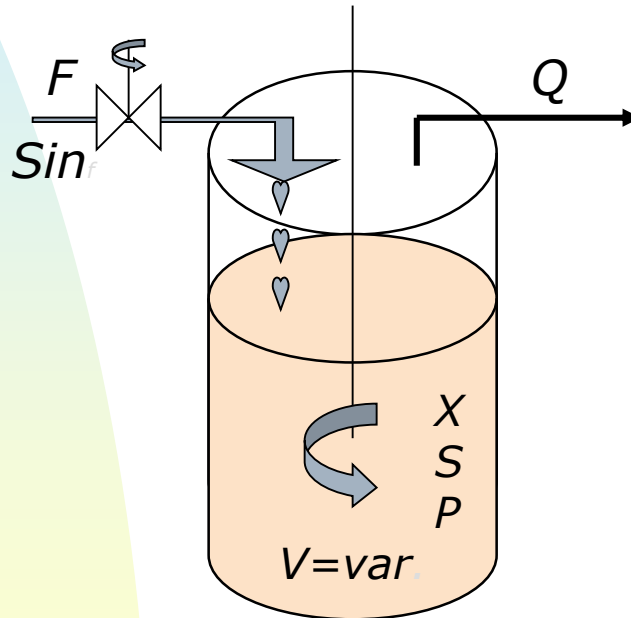
Пловдив, ноември 2024

Методи на култивиране

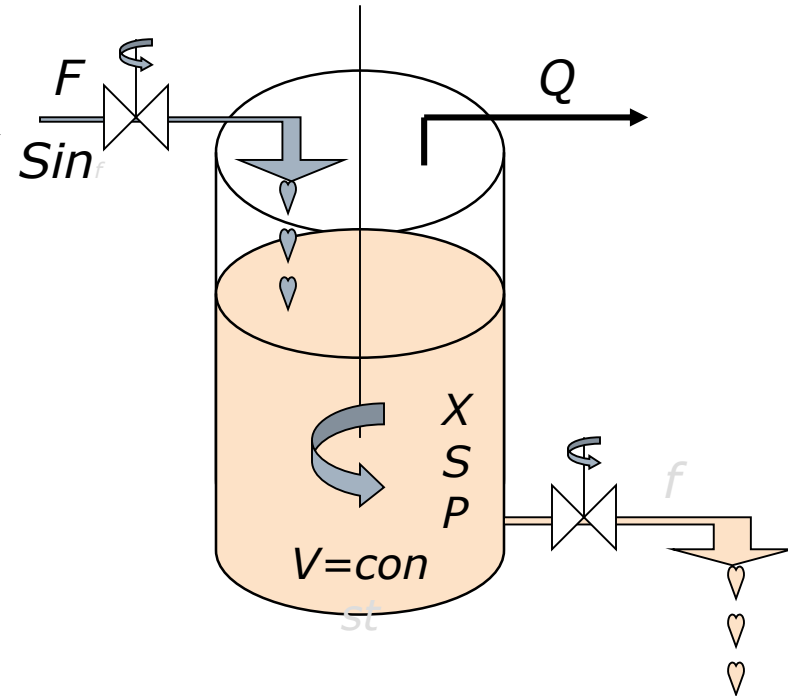
Периодичен



Периодичен с
подхранване



Непрекъснат



Ролята на експертите за решаване на задачите за управление



Биотехнолози

Натрупване на експериментални данни

Разработка на биотехнологични модели

База данни за процеса

Извеждане на операционни модели

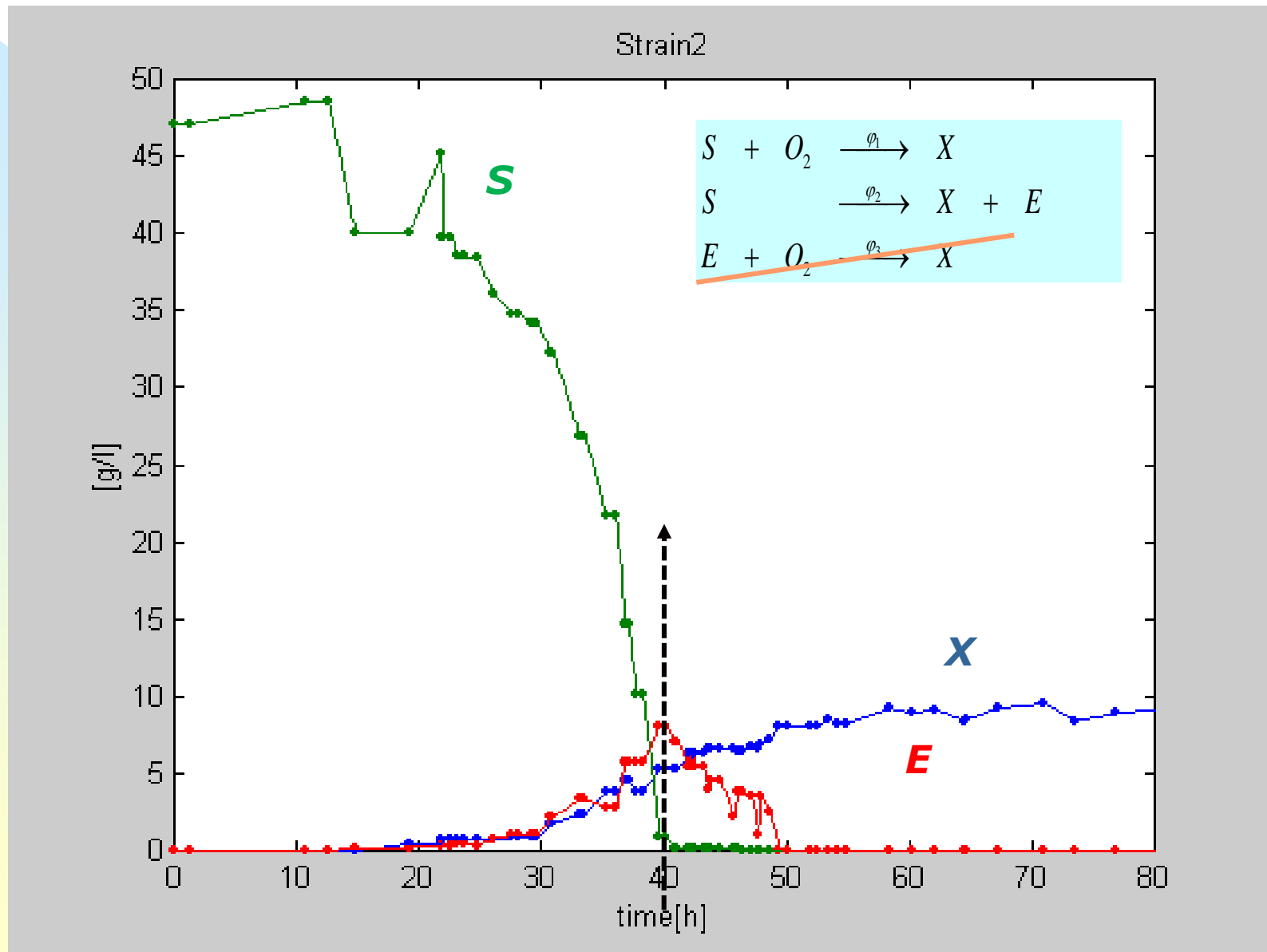
Разработка на сфтуерни сензори

Синтез на алгоритми за управление

InSEMCoBio

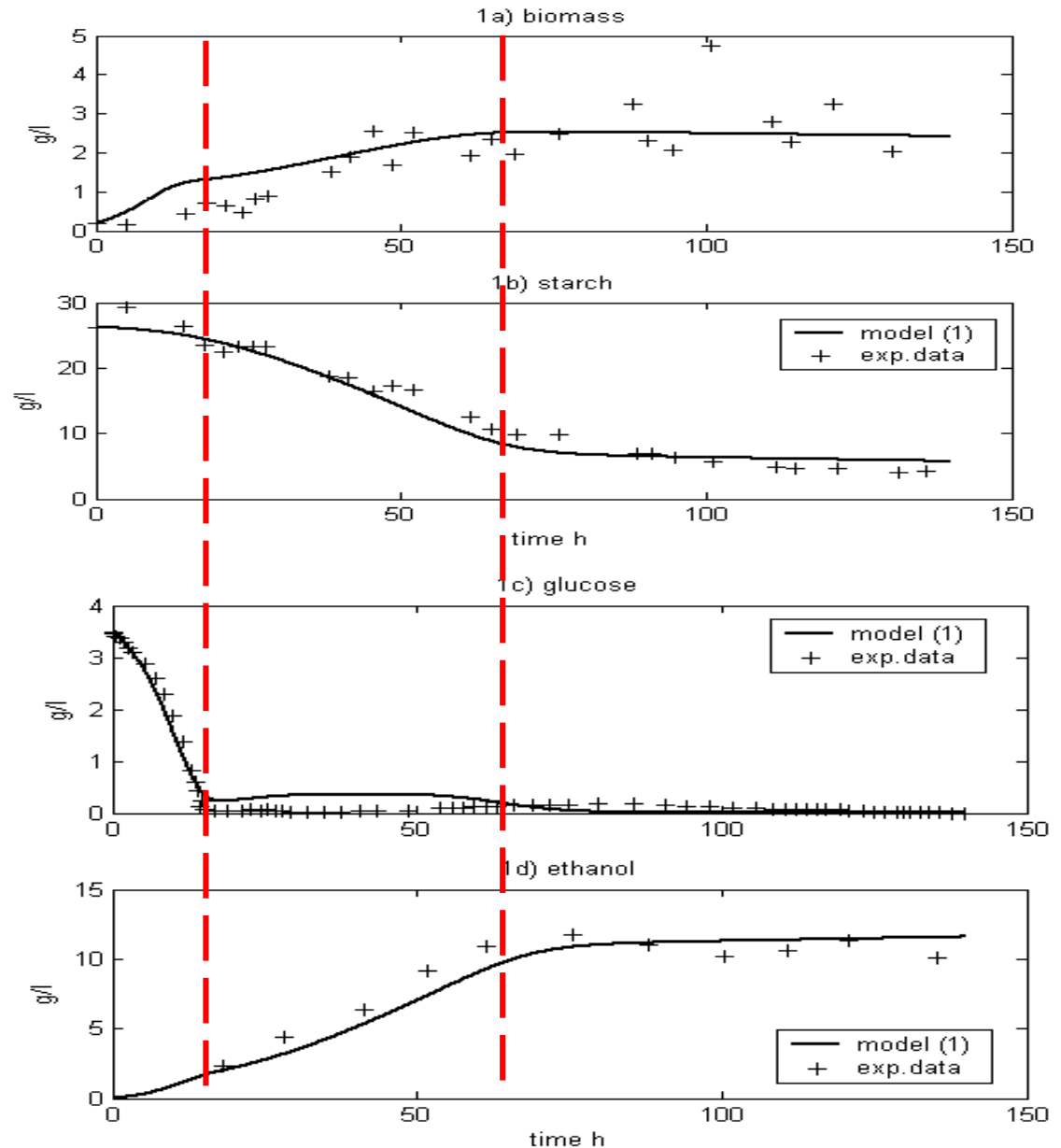
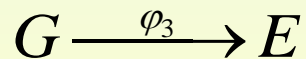
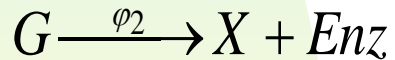
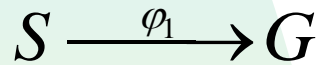


Експериментални данни на периодичен процес за производство на етанол

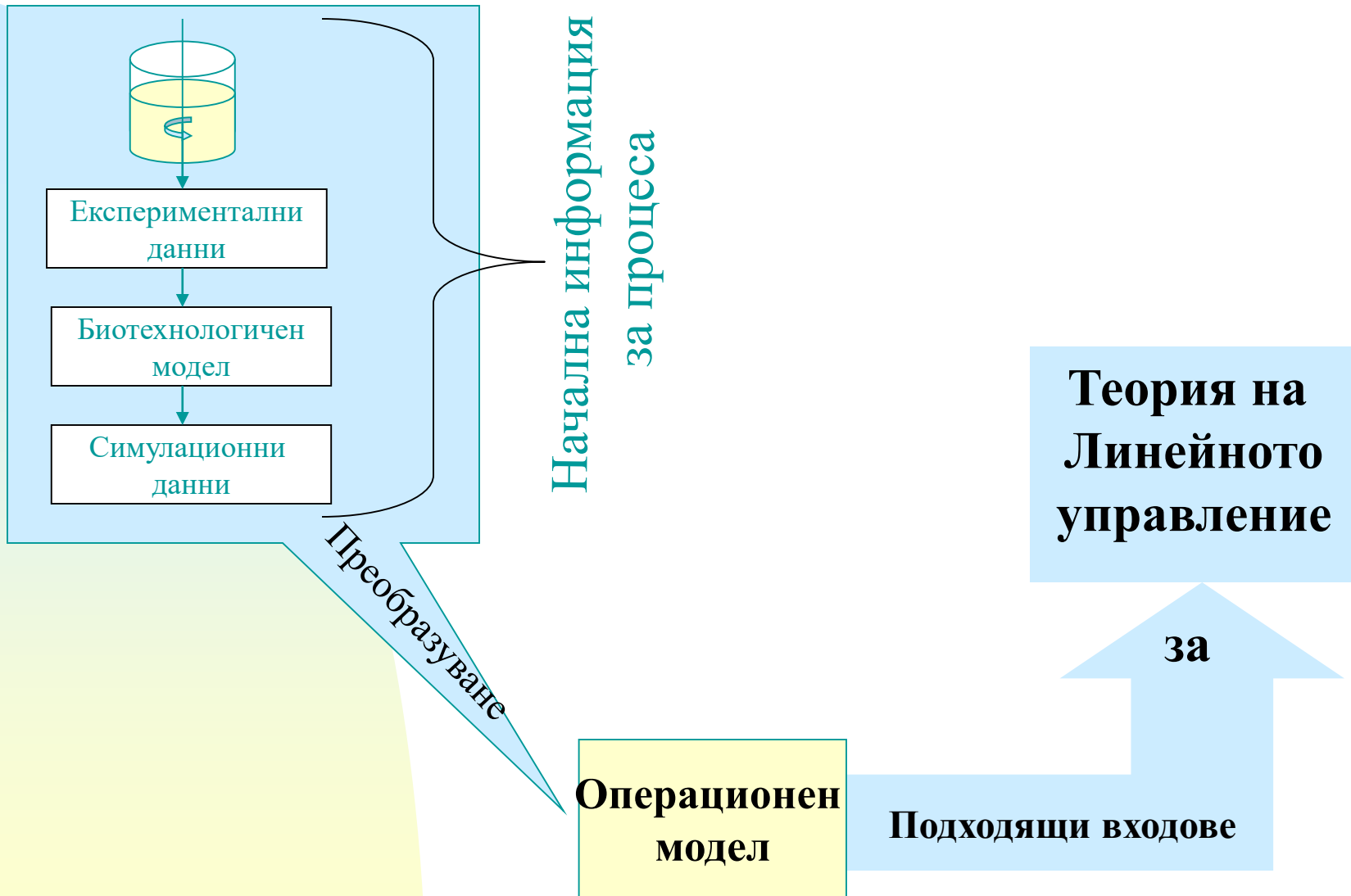


Едновременна захарификация и ферментация на скорбяла до етанол – експериментални данни от периодичен процес

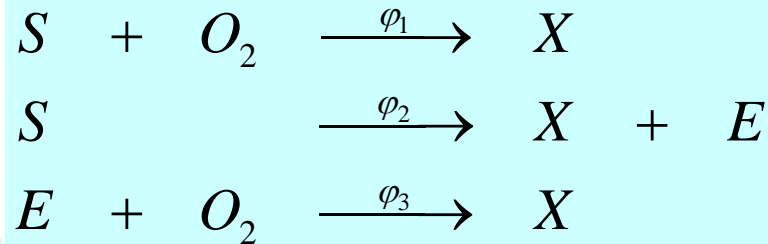
Схема на реакциите



Синтез на управление на базата на модел



Извеждане на обобщен динамичен модел на биореактора



$$\frac{d\xi}{dt} = \sum_{j \approx i} (\pm) k_{ij} \varphi_j - D\xi + F_i - Q_i$$

ξ - компонента i в течната фаза на биореактора;

k – икономически коефициент: (+) ако компонентата е продукт; (-) ако компонентата е субстрат

φ - скорост на реакцията j ;

D – скорост на разреждане

F – подхранване с компонента ξ_i ;

Q – скорост на извеждане на компонентата ξ_i от биореактора в газова форма.

Обобщен динамичен модел

Кинетика на процеса Транспортна динамика

The diagram shows the equation $d\xi/dt = K\varphi - D\xi + F - Q$ on a yellow background. The term $K\varphi$ is circled in black, with an arrow pointing from the label 'Кинетика на процеса' above it. The terms $-D\xi + F - Q$ are also circled in black, with an arrow pointing from the label 'Транспортна динамика' above it.

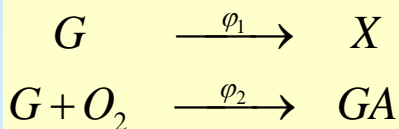
$$d\xi/dt = K\varphi - D\xi + F - Q$$

Bastin, G., D. Dochain. On-line estimation and adaptive control of bioreactors.
Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo: Elsevier, 1990, p.378.

Ignatova M., V. Lyubenova. (2011). Control of biotechnological processes - new formalization of kinetics: Theoretical aspects and applications. LAP LAMBERT Academic Publishing, GmbH & Co. Saarbrücken Germany, ISBN-10: 3844326235, ISBN-13: 978-3844326239, 120 pages

Синтез на адаптивно линейаризиращо управление на процеса

Схема на реакциите



Операционен модел

$$\dot{X} = \varphi_1 - DX$$

$$\dot{G} = -k_1\varphi_1 - k_2\varphi_2 - D(G - G_{in})$$

$$\dot{O}_2 = -k_3\varphi_2 - DO_2 + K_L a(O_2^* - O_2)$$

$$\dot{GA} = \varphi_1 - DGA$$

Скористи на реакциите

$$\varphi_1 = GX\alpha_1$$

$$\varphi_2 = GO_2\alpha_2$$

Реферативен модел на грешката от управлението

$$\frac{d(GA^* - GA_e)}{dt} + \lambda(GA^* - GA_e) = 0$$

$$\frac{dG^*}{dt} = 0$$

$$\lambda(GA^* - GA_e) = \frac{dGA_e}{dt}$$

Линейна регресионна форма на обобщения динамичен модел

$$dX_e / dt = X_e G \theta_1 - DX_e$$

$$dG / dt = -X_e G \theta_2 - GO_2 \theta_3 - D(G - G_{in})$$

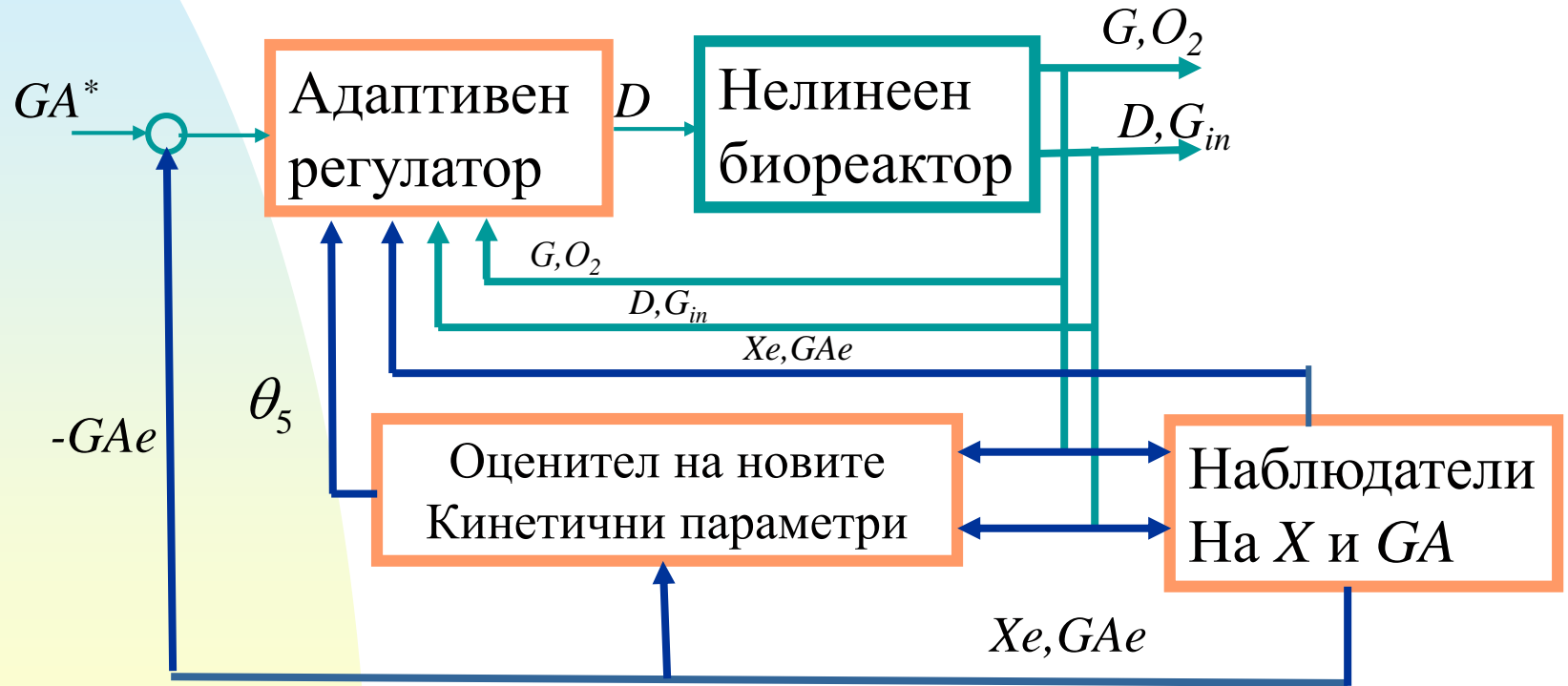
$$dO_2 / dt = -GO_2 \theta_4 - DO_2 - K_L a(O_2^* - O_2)$$

$$dGA_e / dt = GO_2 \theta_5 - DGA_e$$

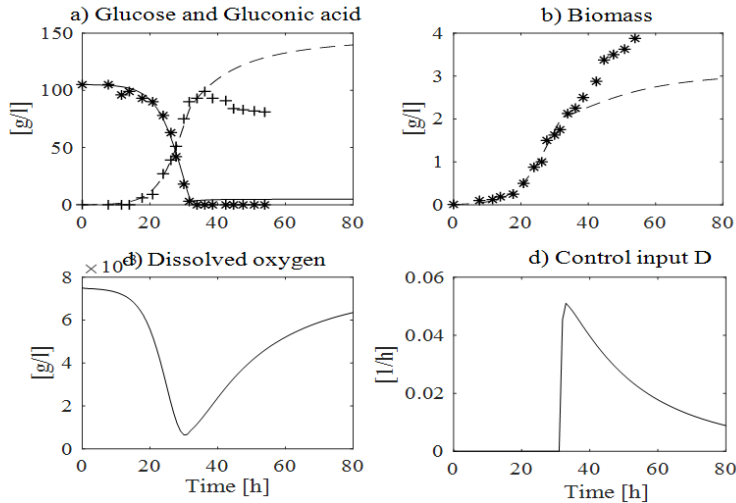
Вход (D)/изход (GA)

$$D = \frac{-\lambda(GA^* - GA_e) + GO_2 \theta_5}{GA_e}$$

Схема на управление



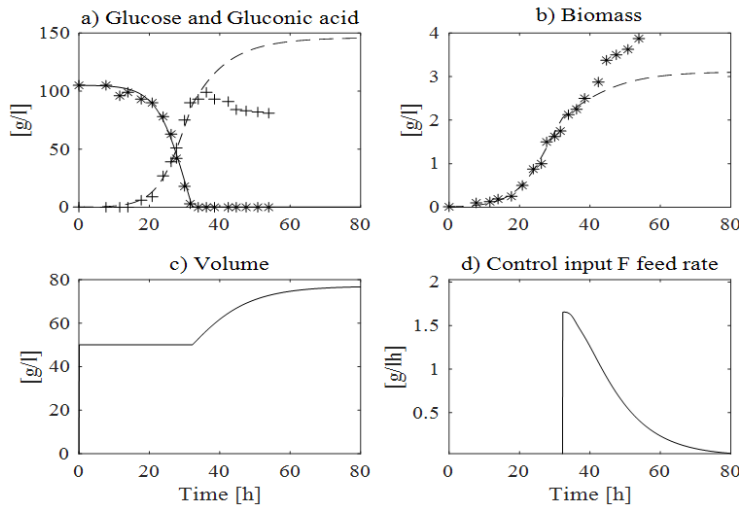
Непрекъснато управление на глюкозата



$$D = \frac{-\lambda(G^* - G) - X_e G\theta_2 - GO_2\theta_3}{G - G_{in}}$$

Периодично с подхранване управление на

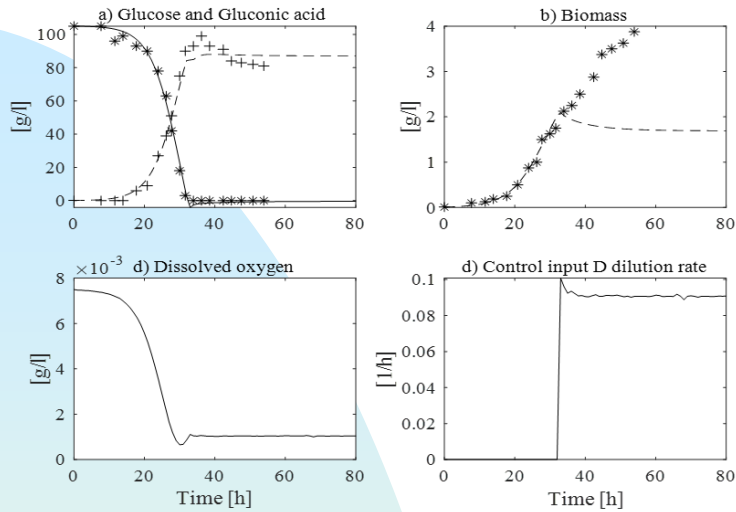
ГЛЮКОЗАТА



$$F = \frac{G_{in}(-\lambda(G^* - G) - X_e G\theta_2 - GO_2\theta_3)}{G - G_{in}}$$

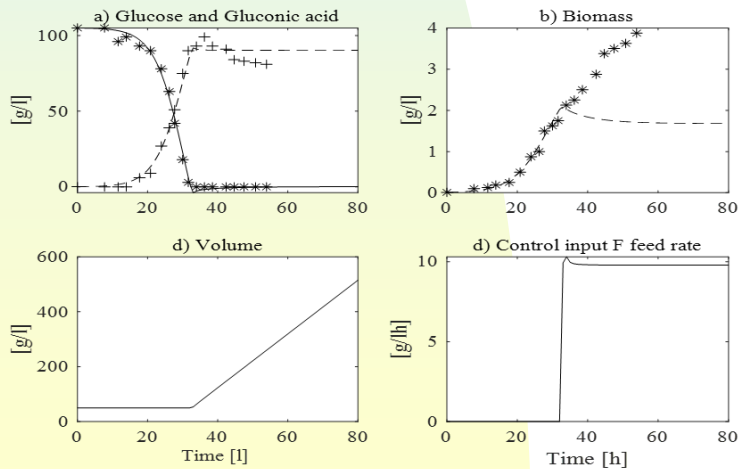
$$dV/dt = F$$

Непрекъснато управление на глюконовата киселина



$$D = \frac{-\lambda(GA^* - GA_e) + GO_2\theta_5}{GA_e}$$

Периодично с подхранване управление на глюконовата киселина



$$F = \frac{V(\lambda(GA^* - GA_e) - GO_2\theta_5)}{GA_e}$$

$$dV/dt = F$$

Благодарности

Изследването е финансирано от Национален фонд „Научни изследвания“ на България, Договор КП-06-Н32/3 , тема: «Интерактивна система за обучение по моделиране и управление на биопроцеси» (InSEMCoBio).



Благодаря за ниманието