**มคอ. 3**

**รายละเอียดของกระบวนวิชา**

|  |
| --- |
| **1. ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CHIANG MAI UNIVERSITY)** |
| **2. คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์** **Faculty of Science Department of Mathematics** |
| **3. รหัสกระบวนวิชา** ว.คณ. 441 (206441) **ชื่อกระบวนวิชา** สมการเชิงอนุพันธ์สามัญไม่เชิงเส้น (Nonlinear Ordinary Differential Equations) |
| **4. หน่วยกิต** 3(3-0-6) |

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

|  |
| --- |
| **1. หลักสูตรและประเภทของกระบวนวิชา****1.1 กระบวนวิชานี้ใช้สำหรับ** **☑** หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์  🞏 หลายหลักสูตร **1.2 ประเภทของกระบวนวิชา**  🞏วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มวิชา………………………. **☑** วิชาเฉพาะ |
| **2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบกระบวนวิชาและอาจารย์ผู้สอน** **2.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบ**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช สืบเจริญ**2.2 อาจารย์ผู้สอน (ทุกคน)** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช สืบเจริญ |
| **3. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน**  ภาคการศึกษาที่ 1ชั้นปีที่ 3 หรือ 4 |
| **4. สถานที่เรียน**  **☑** ในสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 🞏 นอกสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ระบุ) ............................................. |
| **5. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์จะให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล** ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |

**หมวดที่ 2 ลักษณะและการดำเนินการ**

**ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์**

**ว.คณ. 441 (206441) สมการเชิงอนุพันธ์สามัญไม่เชิงเส้น 3(3-0-6)**

**ลักษณะกระบวนวิชา** 🗹 **บรรยาย** 🞏 **ปฏิบัติการ** 🞏 **ฝึกปฏิบัติ** 🞏 **สหกิจศึกษา**

**การวัดและประเมินผล** 🗹 **A-F** 🞏 **S/U** 🞏 **P**

**กรณีของกระบวนวิชา Selected Topic** 🞏 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาทุกครั้ง**

🞏 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาเพียงครั้งเดียว**

**เงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน :** ว.คณ. 267 (206267) หรือ ว.คณ. 341 (206341)

**คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชา**

สมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้นในหนึ่งมิติ สมการเชิงอนุพันธ์อิสระไม่เชิงเส้นในสองมิติ สมการเชิงอนุพันธ์อิสระไม่เชิงเส้นอันดับสูง ผลเฉลยเป็นคาบ

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs) :** นักศึกษาสามารถ

**CLO 1 :** อธิบายพฤติกรรมของผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้นโดยไม่หาผลเฉลยแม่นตรง

**CLO 2 :** หาจุดสมดุลและระบุเสถียรภาพของจุดสมดุลเหล่านั้นโดยใช้การวิเคราะห์เสถียรภาพเชิงเส้น ความหมายเชิงกราฟ และวิธีเสถียรภาพของเลียปูนอฟ

**CLO 3 :** ระบุระนาบเฟสเพลนในระบบ 1 มิติ และ 2 มิติ

**CLO 4 :** จำแนกเสถียรภาพของวัฏจักรลิมิต

**CLO 5 :** จำแนกประเภทของไบเฟอร์เคชัน ในระบบ 1 มิติ และ 2 มิติ

**ความสอดคล้องของ PLOs และผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (CLOs)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **PLOs / CLOs** | **CLO 1** | **CLO 2** | **CLO 3** | **CLO 4** | **CLO 5** |
| **PLO 1** |  |  |  |  |  |
| **PLO 2** | X | X | X | X | X |
| **PLO 3** |  |  |  |  |  |
| **PLO 4** |  |  |  |  |  |
| **PLO 5** |  |  |  |  |  |
| **PLO 6** |  |  |  |  |  |
| **PLO 7** |  |  |  |  |  |
| **PLO 8** |  |  |  |  |  |

**เนื้อหากระบวนวิชา จำนวนชั่วโมงบรรยาย**

1. สมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้นในหนึ่งมิติ 12

 1.1 บทนำและความหมายเชิงเรขาคณิต

 1.2 ผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้น

 1.3 การมีจริงของผลเฉลยและความเป็นได้อย่างเดียวของผลเฉลย

 1.4 จุดสมดุลและการวิเคราะห์เสถียรภาพเชิงเส้น

 1.5 ผลเฉลยโดยใช้ซอฟต์แวร์

 1.6 ไบเฟอร์เคชัน : จุดอานม้า ทรานคริติคอล ฟิชฟอร์ก

2. สมการเชิงอนุพันธ์อิสระไม่เชิงเส้นในสองมิติ 21

 2.1 ความหมายเชิงเรขาคณิต

 2.2 การจำแนกเสถียรภาพของระบบเชิงเส้น

 2.3 ระนาบเฟสและผลเฉลยเชิงคุณภาพ

 2.4 การทำให้เป็นเชิงเส้นและการจำแนกเสถียรภาพของระบบไม่เชิงเส้น

 2.5 การมีจริงของผลเฉลยและความเป็นได้อย่างเดียวของผลเฉลย

 2.6 เสถียรภาพของเลียปูนอฟของระบบอิสระ

 2.7 ผลเฉลยโดยใช้ซอฟต์แวร์

 2.8 ไบเฟอร์เคชัน : จุดอานม้า ทรานคริติคอล ฟิชฟอร์ก ฮอฟ

3. สมการเชิงอนุพันธ์อิสระไม่เชิงเส้นอันดับสูง 6

 3.1 ความหมายเชิงเรขาคณิตในสามมิติ

 3.2 เมทริกซ์เลขชี้กำลัง

 3.3 การจำแนกเสถียรภาพของระบบไม่เชิงเส้น

4. ผลเฉลยเป็นคาบ 6

 4.1 วัฏจักรลิมิต

 4.2 ทฤษฏีบทปวงกาเร-เบนดิกซ์สัน

 **รวม 45**

**เหตุผลในการปรับปรุงกระบวนวิชา**

1. ปรับชื่อกระบวนวิชาเพื่อให้ครอบคลุมบริบทของเนื้อหากระบวนวิชาในปัจจุบัน

2. ปรับชื่อย่อกระบวนวิชาเพื่อให้สอดคล้องกับชื่อวิชาที่เปลี่ยนแปลง

3. เพิ่ม Course Learning Outcomes (CLOs) เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Outcome-Based Education (OBE) โดยสามารถวัดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Program Learning Outcomes (PLOs) ของหลักสูตร

4. ปรับการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Outcome-Based Education (OBE)

 การปรับปรุงกระบวนวิชาดังกล่าวข้างต้น ได้ผ่านความเห็นชอบจากที่ประชุมคณะกรรมการบริหารประจำคณะวิทยาศาสตร์ ในคราวประชุมครั้งที่ 16/2563 เมื่อวันที่ 16 กันยายน 2563 กำหนดให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 เป็นต้นไป



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรัฏฐ์ แสนทน)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วันที่ 17 กันยายน 2563**Department of Mathematics Faculty of Science**

**MATH 441 (206441) Nonlinear Ordinary Differential Equations 3(3-0-6)**

**Abbreviation** NONLINEAR ORDY DIFF EQN

**Course Type 🗹 Lecture** 🞏 **Lab** 🞏 **Practice/Practicum** 🞏 **Cooperative Education**

**Measurement and Evaluation 🗹 A-F** 🞏 **S/U** 🞏 **P**

**Selected Topic in Specialized Field 🞏 Count the accumulated credits for graduation every times**

 **🞏 Count the accumulated credits for graduation one-time only**

**Prerequisite :** MATH 267 (206267) or MATH 341 (206341)

**Course Description**

 One dimensional nonlinear differential equations, two dimensional nonlinear autonomous differential equations, higher dimensional nonlinear autonomous differential equations, periodic solution

**Course Learning Outcomes (CLOs) :** Students are able to

**CLO 1 :** explain the behavior of the solution of a nonlinear differential equations without solving the exact solution;

**CLO 2 :** find equilibria and determine their stability using linear analysis, graphical means and Lyapunov stability methods;

**CLO 3 :** identify phase portraits in 1D and 2D systems;

**CLO 4 :** classify the stability of limit cycles;

**CLO 5 :** classify types of bifurcations in 1D and 2D systems.

**Course Contents No. of Lecture Hours**

1. One dimensional nonlinear differential equations 12

 1.1 Introduction and geometrical point of view

 1.2 Solution of nonlinear differential equations

 1.3 Existence and uniqueness of solutions

 1.4 Equilibrium points and linear stability analysis

 1.5 Solutions by software

 1.6 Bifurcations: saddle-node, transcritical, pitchfork

2. Two dimensional nonlinear autonomous differential equations 21

2.1 Geometrical point of view

2.2 Stability classification for linear systems

2.3 Phase plane and qualitative solutions

2.4 Linearization and stability classification for nonlinear systems

2.5 Existence and uniqueness of solutions

2.6 Lyapunov stability for autonomous systems

2.7 Solutions by software

2.8 Bifurcations: saddle-node, transcritical, pitchfork, Hopf

3. Higher dimensional nonlinear autonomous differential equations 6

3.1 Geometrical point of view in three dimensions

3.2 Exponential of matrices

3.3 Stability classification for nonlinear systems

4. Periodic solution 6

4.1 Limit cycles

4.2 Poincaré-Bendixson theorem

 **Total 45**

**หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CLOs** | **วิธีการจัดการเรียนรู้** | **วิธีการประเมินผลการเรียนรู้** |
| **CLO 1 :** อธิบายพฤติกรรมของผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้นโดยไม่หาผลเฉลยแม่นตรง | บรรยายและยกตัวอย่างในชั้นเรียน | การบ้าน สอบข้อเขียน |
| **CLO 2 :** หาจุดสมดุลและระบุเสถียรภาพของจุดสมดุลเหล่านั้นโดยใช้การวิเคราะห์เสถียรภาพเชิงเส้น ความหมายเชิงกราฟ และวิธีเสถียรภาพของเลียปูนอฟ | บรรยายและยกตัวอย่างในชั้นเรียน | การบ้าน สอบข้อเขียน |
| **CLO 3 :** ระบุระนาบเฟสเพลนในระบบ 1 มิติ และ 2 มิติ | บรรยายและยกตัวอย่างในชั้นเรียน | การบ้าน สอบข้อเขียน |
| **CLO 4 :** จำแนกเสถียรภาพของวัฏจักรลิมิต | บรรยายและยกตัวอย่างในชั้นเรียน | การบ้าน สอบข้อเขียน |
| **CLO 5 :** จำแนกประเภทของไบเฟอร์เคชัน ในระบบ 1 มิติ และ 2 มิติ | บรรยายและยกตัวอย่างในชั้นเรียน | การบ้าน สอบข้อเขียน |

