

### 3.1.5 คำอธิบายรายวิชา

252511 การหาค่าเหมาะที่สุดเชิงคอนเวกซ์ 3(2-2-5)  
 Convex Optimization  
 เซตคอนเวกซ์ ทฤษฎีบทการแยก กรวย เซตหลายหน้า ฟังก์ชันคอนเวกซ์  
 ฟังก์ชันกึ่งเชิงเส้น ฟังก์ชันค่าจูน สมบัติความต่อเนื่อง สมบัติอนุพันธ์ แคลคูลัสเชิงกึ่งอนุพันธ์ ฟังก์ชันคอนจูเกต คุณสมบัติข้อจำกัด เงื่อนไขการหาค่าเหมาะที่สุด ทฤษฎีการุส-คูน-ทักเคอร์ ทฤษฎีบทจุดอานม้า ภาวะคู่กัน

Convex sets, separation theorems, cones, polyhedral sets, convex functions, sublinear functions, support functions, continuity properties, differentiability properties, subdifferential calculus, conjugate functions, constraint qualifications, Karush-Kuhn-Tucker optimality conditions, saddle point theorem, duality

252512 การหาค่าเหมาะที่สุดวิภันซ์ 3(2-2-5)  
 Fuzzy Optimization  
 เซตวิภันซ์และตรรกศาสตร์วิภันซ์ การตัดสินใจหลายเกณฑ์วิภันซ์ เหตุผลวิภันซ์  
 การหาค่าเหมาะที่สุดวิภันซ์ เหตุผลวิภันซ์สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุดวิภันซ์ การประยุกต์ใช้ ในการบริหารจัดการ

Fuzzy set and fuzzy logic, fuzzy multicriteria decision making, fuzzy optimization, fuzzy reasoning for fuzzy optimization, applications in management

252513 ทฤษฎีเมเชอร์ 3(2-2-5)  
 Measure Theory  
 พื้นฐานการวิเคราะห์เชิงจริง เมเชอร์ภายนอกเลอเบก เซตหาเมเชอร์ได้  
 และเมเชอร์เลอเบก ฟังก์ชันหาเมเชอร์ได้ รีมันน์และเลอเบกอินทิกรัล การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันของการแปรผันแบบมีขอบเขต ปริภูมิเมเชอร์ การลู่เข้าในเมเชอร์ ความต่อเนื่องสัมบูรณ์ ปริภูมิแอล-พี การมีจริงของความน่าจะเป็นแบบนอนอะตอมมิกเคาทาบลิเอดิตีฟ ทรานซิชั่นของความน่าจะเป็น เมเชอร์ผลคูณ การลู่เข้าในการแจกแจงและทฤษฎีบทของโคโรฮอด บทประยุกต์บางอย่างในทางเศรษฐศาสตร์และทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์

Foundations of real analysis, the Lebesgue outer measure, measurable sets and Lebesgue measure, measurable functions, Riemann and Lebesgue integrals, differentiation of functions of bounded variation, measure spaces, convergence in measure, absolute continuity,  $L_p$  spaces, the existence of nonatomic countably additive probabilities, transition probabilities, product measures, convergence in distribution and Skorohod's theorem, some applications in econometrics and in economic theory

- 252515 การวิเคราะห์เชิงฟังก์ชัน 3(2-2-5)  
 Functional Analysis  
 ปริภูมิเมตริก ปริภูมินอร์มและปริภูมิบานาค ตัวดำเนินการเชิงเส้น ผลคูณภายในและ  
 ปริภูมิฮิลเบิร์ต ทฤษฎีบทฮาห์นบานาค ทฤษฎีบทของการมีขอบเขตแบบเอกรูป ทฤษฎีบทการส่งเปิด  
 ทฤษฎีบทกราฟปิด  
 Metric spaces, normed spaces and Banach spaces, linear operators,  
 inner product and Hilbert spaces, Hahn-Banach theorem, uniform boundedness theorem,  
 open mapping theorem, closed graph theorem
- 252516 การวิเคราะห์ค่าเซต 3(2-2-5)  
 Set-Valued Analysis  
 ลิมิตของเซต ความต่อเนื่องของฟังก์ชันค่าเซต การดำเนินการเชิงคอนเวกซ์ปิด สมดุลและ  
 ทฤษฎีบทจุดตรึง ทฤษฎีบทฟังก์ชันผกผันที่บังคับเงื่อนไข ฟังก์ชันทางเดียวและฟังก์ชันทางเดียวใหญ่สุด  
 อนุพันธ์ของฟังก์ชันค่าเซต การวัดและการหาปริพันธ์ของฟังก์ชันค่าเซต  
 Limit of sets, continuity of set-valued functions, closed convex processes,  
 equilibrium and fixed point theorems, constrained inverse function theorem, monotone and  
 maximal monotone functions, derivatives of set-valued functions, measurability and  
 integration of set-valued functions
- 252517 ทฤษฎีจุดตรึงและการประยุกต์ 3(2-2-5)  
 Fixed Point Theory and Applications  
 ทฤษฎีจุดตรึงในปริภูมิเมตริก ทฤษฎีบทจุดตรึงสำหรับการส่งแบบไม่ขยายในปริภูมิฮิล  
 เบิร์ต เรขาคณิตของปริภูมิบานาค ทฤษฎีบทจุดตรึงการส่งต่อเนื่องและการส่งแบบไม่ขยายในปริภูมิบานาค  
 ทฤษฎีบทจุดตรึงในปริภูมิเวกเตอร์เชิงทอพอโลยี และการประมาณค่าแบบทำซ้ำของจุดตรึง  
 Fixed point theory in metric spaces, fixed point theorems for nonexpansive  
 mappings in Hilbert spaces, geometry of Banach spaces, fixed point theorems for continuous  
 mappings and nonexpansive mappings in Banach spaces, fixed point theorems in topological  
 vector spaces, iterative approximation of fixed points

- 252519      ขั้นตอนวิธีการหาค่าเหมาะที่สุด      3(2-2-5)  
 Optimization Algorithms  
 แบบจำลองการหาค่าเหมาะที่สุด ขั้นตอนวิธีทำซ้ำลดและวิธีการประมาณ วิธีซับเกรเดียนต์  
 วิธีการประมาณค่าแบบหลายหน้า ขั้นตอนวิธีการใกล้เคียง การพัฒนาล่าสุดในขั้นตอนวิธีการหาค่าเหมาะ  
 ที่สุด  
 Optimization models, iterative descent algorithms and approximation  
 methods, subgradient methods, polyhedral approximation methods, proximal algorithms,  
 recent development on optimization algorithms
- 252520      ทฤษฎีตัวแทนของกรุปจำกัด      3(2-2-5)  
 Representation Theory of Finite Groups  
 กรุปและการแอคชันบนเซต การแอคชันของกรุปบนปริภูมิเวกเตอร์ ตัวแทน พีชคณิตกรุป  
 การลดทอนได้อย่างสมบูรณ์ ทฤษฎีบทของแมสชค์ บทตั้งของซูร์ คาแรกเตอร์ ความสัมพันธ์เชิงตั้งฉากการ  
 กำกัดและการเหนี่ยวนำ ตัวแทนของกรุปสมมาตร การประยุกต์ของทฤษฎีตัวแทนของกรุปจำกัด  
 Groups and their actions on sets, actions of groups on vector spaces,  
 representations, group algebras, complete reducibility, Maschke's theorem, Shure's lemma,  
 characters, orthogonality relations, restriction and induction, representations of the  
 symmetric groups, applications of representation theory of finite groups
- 252521      พีชคณิตเชิงหลายเส้น      3(2-2-5)  
 Multilinear Algebra  
 ทบทวนพีชคณิตเชิงเส้น พื้นฐานทฤษฎีตัวแทนของกรุปจำกัด ฟังก์ชันเชิงหลายเส้นและ  
 ปริภูมิเทนเซอร์ คลาสเทนเซอร์เชิงสมมาตร ฟังก์ชันเมทริกซ์วางนัยทั่วไป บทประยุกต์และการวิจัยใน  
 ปัจจุบัน  
 Review of linear algebra, basics of representation theory of finite groups,  
 multilinear maps and tensor spaces, symmetry classes of tensors, generalized matrix  
 functions, applications and current research
- 252522      กึ่งกรุปวิภันัย      3(2-2-5)  
 Fuzzy Semigroups  
 เซตวิภันัย การดำเนินการของเซตวิภันัย กึ่งกรุปวิภันัย ไอติลวิภันัย ไอติลคูวิภันัย  
 ไอติลภายในวิภันัย ควอซี-ไอติลวิภันัย ไอติลคู่ทั่วไปวิภันัย สมภาควิภันัย กึ่งกรุปวิภันัยในกึ่งกรุปปรกติ  
 Fuzzy sets, operations of fuzzy sets, fuzzy subsemigroups, fuzzy ideals,  
 fuzzy bi-ideals, fuzzy interior ideals, fuzzy quasi-ideals, fuzzy generalized bi-ideals,  
 fuzzy congruences, fuzzy subsemigroups in regular semigroups

- 252523 พีชคณิตเชิงเส้นและทฤษฎีเมทริกซ์ 3(2-2-5)  
 Linear Algebra and Matrix Theory  
 การแปลงเชิงเส้นและเมทริกซ์ ปริภูมิย่อยย่อย ฟังก์ชันนัลเชิงเส้น การแปลงเมทริกซ์ทั่วไป  
 ให้เป็นเมทริกซ์เฉียงและรูปแบบบัญญัติของจอร์แดน ปริภูมิผลคูณภายใน ยูนิเทรีและเมทริกซ์เชิงตั้งฉาก  
 ขั้นตอนวิธีกราม-ชมิตต์ รูปแบบเชิงเส้นคู่  
 Linear transformations and their matrices, invariant subspaces, linear  
 functional, diagonalization, Jordan canonical form, inner product spaces, unitary and  
 orthogonal matrices, Gram-Schmidt algorithm, bilinear forms
- 252524 การวิเคราะห์เมทริกซ์ 3(2-2-5)  
 Matrix Analysis  
 การทบทวนความรู้พื้นฐานทางพีชคณิตเชิงเส้น เมทริกซ์แบ่งส่วน แรงค์ ค่าเฉพาะ พหุนาม  
 เมทริกซ์และรูปแบบบัญญัติ พิสัยเชิงตัวเลข ขนาดของเมทริกซ์ เมทริกซ์ชนิดพิเศษ เมทริกซ์ปรกติ ความ  
 จำกััดเชิงบวกของเมทริกซ์ เมเจอร์ไรเซชันและอสมการเชิงเมทริกซ์  
 Elementary linear algebra review, partitioned matrix, rank eigenvalues, matrix  
 polynomials and canonical forms, numerical ranges, matrix norm, special types of matrices,  
 normal matrix, positive semidefinite matrices, majorization and matrix inequalities
- 252525 พีชคณิตนามธรรมขั้นสูง 3(2-2-5)  
 Advanced Abstract Algebra  
 กลุ่ม ทฤษฎีบทสมมูลฐาน การแยกชั้นของกลุ่ม ทฤษฎีบทซีโลว์ ริง ไอเดียลริงพหุนาม  
 โดเมนการแยกอย่างเดี่ยว ฟิวด์ การขยายฟิวด์ ทฤษฎีบทกาลัวส์เบื้องต้น  
 Groups, isomorphism theorems, group actions, Sylow theorems, rings,  
 ideals, polynomial rings, unique factorization domains, fields and field extensions,  
 introduction to Galois Theory
- 252526 ทฤษฎีกึ่งกรุปเชิงพีชคณิต 3(2-2-5)  
 Algebraic Semigroup Theory  
 แนวคิดมูลฐานของกึ่งกรุป ความสัมพันธ์ของกรีน กึ่งกรุปเชิงเดี่ยวและกึ่งกรุปเชิงเดี่ยว  
 ศูนย์ กึ่งกรุปผกผัน และกึ่งกรุปการแปลง  
 Elementary concepts, Green's relations, simple and 0-simple semigroups,  
 inverse semigroups and transformation semigroups

- 252527      ทฤษฎีริงและมอดูล      3(2-2-5)  
 Ring and Module Theory  
 มอดูลและมอดูลย่อย สัจฐานของมอดูล ส่วนของผลบวกตรง ผลบวกตรงและผลคูณตรง  
 ของมอดูล การแยกของริง การก่อกำเนิดและการก่อกำเนิดร่วมเกี่ยว มอดูลแบบเซมิซิมเปิล  
 เชคเคิลและเรดิคัล เอนไซคลูโซ่ มอดูลที่เป็นผลประกอบของอนุกรม ริงแบบเซมิซิมเปิล  
 ริงแบบโลคัลและริงแบบอาร์ทีน
- Modules and submodules, homomorphism of modules, direct summands, direct sums and products of modules, decomposition of rings, generating and cogenerating, semisimple modules, socle and radical, chain conditions, modules with composition series, semisimple rings, local rings and Artinian rings
- 252528      ฟินิต์จำกัด      3(2-2-5)  
 Finite Fields  
 โครงสร้างของฟินิต์จำกัด พหุนามเหนือฟินิต์จำกัด และการแยกตัวประกอบของ  
 พหุนาม
- Structure of finite fields, polynomials over finite fields and factorization of polynomials
- 252529      ทฤษฎีกรุปขั้นสูง      3(2-2-5)  
 Advanced Group Theory  
 โซลเอเบิลกรุป ทฤษฎีบทจอร์แดน-เฮลเดอร์ กรุปเสรี การจัดจำแนกของฟินิต์ภาคขยาย  
 ทฤษฎีบทกาลัวส์และการประยุกต์
- Solvable groups, Jordan–Holder theorem, free groups, classification of extension fields, Galois theory and applications
- 252530      ทฤษฎีรหัสเชิงพีชคณิต      3(2-2-5)  
 Algebraic Coding Theory  
 แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีรหัส รหัสเชิงเส้นและรหัสคู่กัน โครงสร้างของฟินิต์จำกัด ริงพหุนาม  
 ไอเดิล รหัสวัฏจักร คลาสที่สำคัญของรหัสวัฏจักร
- Concept of coding theory, linear and dual codes, structure finite fields, ring polynomials, ideals, cyclic code, classes of powerful cyclic codes

- 252531 ทฤษฎีเชิงคอมบินาทอริก 3(2-2-5)  
 Combinatorial Theory  
 ปัญหาเกี่ยวกับการแจกแจง การเรียงและการเลือก หลักการรังนกพิราบ ทฤษฎีบทของแรมเซย์ หลักการเพิ่มเข้าและตัดออก ฟังก์ชันก่อกำเนิด ความสัมพันธ์เวียนเกิด การออกแบบเชิงการจัด ทฤษฎีบทของโพลยา  
 Enumeration problems, arrangement and selection, the pigeonhole principle, Ramsey's theorem, inclusion-exclusion principle, generating functions, recurrence relations, combinatorial designs, Polya's theorem
- 252532 วิทยาการรหัสลับ 3(2-2-5)  
 Cryptography  
 แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาการรหัสลับ ระบบรหัสลับแบบคลาสสิก ขั้นตอนวิธีการเข้ารหัสลับแบบสมมาตรและแบบอสมมาตร วิทยาการรหัสลับและดิฟฟี-เฮลล์แมน วิทยาการรหัสลับกุญแจสาธารณะ ระบบการเข้ารหัสลับอาร์เอสเอ ลายเซ็นดิจิทัลและฟังก์ชันแฮช  
 Concepts of cryptography, classic cryptosystem symmetric and asymmetric algorithms, discrete logarithms and Diffie-Hellman, public-key cryptography, the RSA cryptosystem, digital signatures and hash functions
- 252534 ทฤษฎีกราฟและการประยุกต์ 3(2-2-5)  
 Graph Theory and Applications  
 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีกราฟ กราฟต้นไม้ ความเชื่อมโยง การจับคู่ กราฟออยเลอร์ กราฟแฮมิลตัน กราฟเชิงระนาบ การแยกตัวประกอบของกราฟ การระบายสีกราฟ กราฟระบุทิศทาง ข่ายงาน ทฤษฎีกราฟพีชคณิต  
 Basic concepts of graph theory, trees, connectivity, matching, Eulerian graphs, Hamiltonian graphs, planar graphs, graph factorizations, graph colorings, directed graphs, networks, algebraic graph theory

- 252540      รากฐานของการเรียนรู้ของเครื่อง      3(2-2-5)  
 Foundations of Machine Learning  
 เฟรมเวิร์กการเรียนรู้เชิงสถิติ การลดค่าความเสี่ยงเชิงประจักษ์ให้ต่ำสุด การเรียนรู้ถูกต้องโดยประมาณความน่าจะเป็น ความสามารถในการเรียนรู้เอกรูป การถ่วงดุลความเอนเอียงกับความซับซ้อน ความคลาดเคลื่อนการประมาณและค่าใกล้เคียง มิติวิธี การลดค่าความเสี่ยงเชิงโครงสร้างให้ต่ำสุด ตัวทำนายเชิงเส้น การบูสท์ การคัดเลือกและการสอบทวนแบบจำลอง การเรียนรู้เชิงคอนเว็กซ์ การลดค่าความเสียหายเชิงสามัญให้ต่ำสุด การถ่วงดุลความสอดคล้องและเสถียรภาพ  
 Statistical learning framework, empirical risk minimization, probably approximately correct learning, uniform learnability, the bias-complexity tradeoff, estimation and approximation errors, the VC-dimension, structural risk minimization, linear predictors, boosting, model selection and validation, convex learning, regularized loss minimization, fitting-stability tradeoff
- 252541      การเรียนรู้ของเครื่องสำหรับวิทยาการข้อมูล      3(2-2-5)  
 Machine Learning for Data Science  
 การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมคชีน วิธีการเคอเนล ปัญหาการทำนายหลายกลุ่มและซับซ้อน ต้นไม้ตัดสินใจ ขั้นตอนวิธีใกล้เคียงสุด การแบ่งกลุ่ม  
 Support vector machines, kernel methods, multiclass and complex prediction problems, decision trees, nearest neighbor algorithms, clustering
- 252542      สถิติสำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง      3(2-2-5)  
 Statistics for Machine Learning  
 ความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขและความเป็นอิสระ ค่าคาดหวังและอสมการมาร์คอฟ ค่าความแปรปรวน อสมการเชบิเชฟ ฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์ อสมการของฮอฟดีง การแจกแจงทวินาม อสมการของแมคเดียร์มาย การแจกแจงแบบปรกติ อสมการใหญ่สุด  
 Probability, random variables, conditional probability and independence, expectation and Markov's inequality, variance and Chebyshev's inequality, moment generating functions, Hoeffding's inequality, binomial distribution, McDiarmid's inequality, normal distribution, maximal inequality

- 252552 คณิตศาสตร์การคมนา 3(2-2-5)  
 Computational Mathematics  
 ภาพรวมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์การคมนา สภาพแวดล้อมการคมนาที่มีจริง ซอฟต์แวร์ และ  
 โครงสร้างพื้นฐานระบบสำหรับการสร้างสภาพแวดล้อมเชิงคมนา โครงสร้างพื้นฐานเชิงคณิตศาสตร์ และ  
 เชิงขั้นตอนวิธีสำหรับการสร้างสภาพแวดล้อมเชิงคมนา กรณีศึกษา  
 Overview of computational mathematics, existing computational  
 environments, software and systems infrastructure for building computational environments,  
 mathematical and algorithmic infrastructure for building computational environments, case  
 studies
- 252553 การออกแบบและวิเคราะห์ขั้นตอนวิธี 3(2-2-5)  
 Design and Analysis of Algorithms  
 โครงสร้างข้อมูลขั้นสูง ขั้นตอนวิธีกราฟ ขั้นตอนวิธีคำนวณ ขั้นตอนวิธีเรขาคณิต ปัญหา  
 สายอักขระ ขั้นตอนวิธีแบบขนาน เอ็นพีบริบูรณ์  
 Advanced data structures, graph algorithms, arithmetic algorithms,  
 geometric algorithms, string problems, parallel algorithms, NP-completeness
- 252561 ทอพอโลยี 3(2-2-5)  
 Topology  
 ปริภูมิเชิงทอพอโลยีนามธรรม ปริภูมิเมตริก ฐานและฐานย่อย ปริภูมิผลคูณ ปริภูมิผลหาร  
 ข่าย ตัวกรองและการลู่เข้า ภาวะต่อเนื่องและสมานสัญญาฐาน สัจพจน์การแยก การเชื่อม การกระชับ  
 Abstract topological spaces, Metric spaces, Bases and Subbases, Product  
 spaces, Quotient spaces, Nets, Filters, Convergence, Continuity and Homeomorphisms,  
 Separation axiom, Connectedness, Compactness
- 252574 หลักสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ 3(2-2-5)  
 Principles of Ordinary Differential Equations  
 แนวคิดเชิงทฤษฎีของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งและอันดับสูง ระบบสมการเชิงเส้น  
 อันดับที่หนึ่ง สมบัติเสถียรภาพและไม่เสถียรภาพของระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นและไม่เชิงเส้นอันดับที่  
 หนึ่ง  
 Theoretical concepts of first and higher order differential equations, systems  
 of first order linear equations, stability and instability properties of first order linear and  
 nonlinear systems of equations



- 252575      หลักสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย      3(2-2-5)  
Principles of Partial Differential Equations  
ทฤษฎีบทของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยอันดับที่หนึ่งเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น การจำแนกสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยอันดับสองในสองตัวแปร ปัญหาเวล-โพสสำหรับสมการคลื่นและสมการความร้อนในหนึ่งมิติ สมการลาปลาซในระนาบ  
The theory of linear and nonlinear first-order partial differential equations, classification of second order partial differential equations in two variables, well-posed problem for the one dimensional wave and heat equation, the Laplace equations on the plane
- 252576      การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์      3(2-2-5)  
Mathematical Modeling  
แนวคิดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่ใช้สมการเชิงอนุพันธ์และการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เชิงลึก ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้สมการผลต่าง  
Concept of mathematical modeling, process of mathematical model construction, advanced mathematical model with differential equations and the in-depth model analysis, mathematical model with difference equation
- 252577      ทฤษฎีสารสนเทศและการออกแบบรหัส      3(2-2-5)  
Information Theory and Coding Design  
แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีสารสนเทศ ทฤษฎีความน่าจะเป็น ขั้นตอนวิธีมอนติคาร์โล ขั้นตอนวิธีปะทะและพบในตรงกลาง วิธีของโพลลาร์ด เอนโทรปี ความลับสมบูรณ์ ทฤษฎีความซับซ้อน แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีรหัส กระบวนการเข้าและการถอดรหัส การตรวจจับและแก้ไขข้อผิดพลาด รหัสแก้ไขข้อผิดพลาด รหัสเชิงเส้นพิเศษบางชนิด  
Concept of information theory, probability theory , collision algorithms and meet-in-middle attacks, Pollard's method, entropy, perfect secrecy, complexity theory, concept of coding theory, error detections and corrections, error-correcting codes, encoding and decoding algorithms, some special linear codes

- 252579 การวิเคราะห์เชิงตัวเลข 3(2-2-5)  
 Numerical Analysis  
 ผลเฉลยเชิงตัวเลขของระบบสมการเชิงเส้น ผลเฉลยเชิงตัวเลขของสมการไม่เชิงเส้นผล  
 เฉลยเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ ผลเฉลยเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย ผลต่างจำกัดและ  
 การประมาณค่าในช่วง การหาอนุพันธ์ การหาปริพันธ์และการหาผลบวกของอนุกรม และ ระเบียบวิธีขั้น  
 ประกอบจำกัด  
 Numerical solution of linear systems, numerical solution of non-linear  
 equations, numerical solution of ordinary equations, numerical solution of partial differential  
 equations, finite differences and approximations to interpolation, differentiation, integration  
 and summation of series and finite element method
- 252582 หัวข้อพิเศษพีชคณิต 3(2-2-5)  
 Special Topics in Algebra  
 เรื่องทางพีชคณิตที่น่าสนใจเป็นพิเศษอันจะนำไปสู่การทำวิจัย  
 Special issues in Algebra leading to interested research topics
- 252583 หัวข้อพิเศษทางการวิเคราะห์ 3(2-2-5)  
 Special Topics in Analysis  
 เรื่องทางการวิเคราะห์ที่น่าสนใจเป็นพิเศษอันจะนำไปสู่การทำวิจัยต่อไป  
 Special issues in Analysis leading to interested research topics
- 252585 หัวข้อพิเศษคณิตศาสตร์การคณนา 3(2-2-5)  
 Special Topics in Computational Mathematics  
 เรื่องทางคณิตศาสตร์การคณนาที่น่าสนใจเป็นพิเศษอันจะนำไปสู่การทำวิจัย  
 Special issues in Computational Mathematics leading to interested research  
 topics
- 252586 หัวข้อพิเศษคณิตศาสตร์ประยุกต์ 3(2-2-5)  
 Special Topics in Applied Mathematics  
 เรื่องทางคณิตศาสตร์ประยุกต์ที่น่าสนใจเป็นพิเศษอันจะนำไปสู่การทำวิจัย  
 Special issues in Applied Mathematics leading to interested research topics

- 252611 ทฤษฎีปริภูมิบานาค 3(2-2-5)  
Banach Space Theory  
ความสะท้อน ทอพอโลยีแบบอ่อน และทอพอโลยีสตาร์แบบอ่อน ภาวะคอนเวกซ์ และภาวะปรับเรียบ มอดูลัสของภาวะคอนเวกซ์และภาวะปรับเรียบ การส่งภาวะคู่กัน ลิมิตบานาค ภาพฉายเชิงเมทริกต์ การประยุกต์ของการหดตัว ดำเนินการบนปริภูมินอร์ม ทฤษฎีบทการมีจริงของจุดตรึงในปริภูมิบานาค  
Reflexivity, weak and weak\* topologies, convexity and smoothness, modulus of convexity and smoothness, duality mappings, Banach limit, metric projection, application of contractions, operator on normed spaces, existence theorems of fixed points in Banach spaces
- 252612 ระเบียบวิธีการหาค่าเหมาะที่สุด 3(2-2-5)  
Optimization Methods  
แบบจำลองสถิตและสถิตแบบเปรียบเทียบ เซตคอนเวกซ์และฟังก์ชันเว้า การหาค่าเหมาะที่สุดแบบสถิต บทประยุกต์กับเศรษฐศาสตร์จุลภาค  
Static models and comparative static, convex sets and concave functions, static optimization, applications for microeconomics
- 252613 เงื่อนไขค่าเหมาะสุดในการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงคอนเวกซ์ 3(2-2-5)  
Optimality conditions in Convex Optimization  
เงื่อนไขค่าเหมาะที่สุดของจอห์นฟรีดซ์ เงื่อนไขค่าเหมาะที่สุดโดยปราศจากคุณสมบัติข้อจำกัด เงื่อนไขค่าเหมาะที่สุดเชิงลำดับ ตัวแทนของเซตข้อจำกัด เงื่อนไขค่าเหมาะที่สุดโดยประมาณ การหาค่าเหมาะที่สุดเชิงกึ่งคอนเวกซ์ไม่มีที่สิ้นสุด ความเป็นคอนเวกซ์ในการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงไม่คอนเวกซ์  
Fritz John optimality conditions, optimality without constraint qualification, sequential optimality conditions, representation of the feasible set, approximate optimality conditions, convex semi-infinite optimization, convexity in nonconvex optimization
- 252614 เรขาคณิตของปริภูมินอร์มเชิงเส้น 3(2-2-5)  
Geometry of Norm Linear Spaces  
ภาวะคอนเวกซ์และภาวะปรับเรียบ นัยทั่วไปของภาวะคอนเวกซ์แบบเอกรูปและภาวะปรับเรียบแบบเอกรูป มอดูลัสของภาวะคอนเวกซ์และภาวะปรับเรียบ การส่งภาวะคู่กัน ภาวะอนุพันธ์ของนอร์ม การประยุกต์ของสมบัติเรขาคณิตบนปริภูมินอร์มเชิงเส้น  
Convexity and smoothness, generalizations of uniform convexity and uniform smoothness, modulus of convexity and smoothness, duality mappings, differentiability of norms, applications of geometric properties on a norm linear spaces

- 252615      การหาค่าเหมาะที่สุดแบบหลายเกณฑ์      3(2-2-5)  
 Multicriteria Optimization  
 เงื่อนไขเหมาะที่สุด ประเภทของปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดแบบหลายเกณฑ์ คำตอบ  
 ประสิทธิภาพและคำตอบไม่โดดเด่น วิธีการแบบถ่วงน้ำหนัก เทคนิคเชิงสเกลาร์ วิธีการแบบไม่สเกลาร์  
 ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดแบบหลายเกณฑ์เชิงเส้น ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดแบบหลายเกณฑ์เชิงการจัด  
 การประยุกต์ของปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดแบบหลายเกณฑ์  
 Optimality conditions, classification of multicriteria optimization problems,  
 efficiency and nondominance solutions, weighted sum method, scalarization and  
 nonscalarizing method, multicriteria linear programming, multicriteria combinatorial  
 optimization, practical applications of multicriteria optimization problems
- 252621      ทฤษฎีริงไม่สลับที่      3(2-2-5)  
 Noncommutative Ring Theory  
 ริงแบบนอเทเรียน ริงกับเงื่อนไขลูกโซ่แบบลดลง ทฤษฎีบทโครงสร้างเวดเดอร์เบิร์น  
 สำหรับแบบริงเซมิซิมเปิล ริงของผลหาร และริงที่อธิบายลักษณะเฉพาะด้วยมอดูลบนริงนั้น  
 Noetherion rings, rings with descending chain condition, wedderburn structure  
 theory for semisimple rings, rings of quotients and rings characterized by their modules
- 252622      พีชคณิตเชิงโฮมอโลยี      3(2-2-5)  
 Homological Algebra  
 มอดูลบนริง ผลคูณเทนเซอร์ และกรุปของสาคีสัญฐาน แคททิกอรีและฟังก์เตอร์ ฟังก์เตอร์  
 โฮมอโลยี มอดูลโปรเจกทีฟ มอดูลโปรเจกทีฟและอินเจกทีฟ ฟังก์เตอร์อนุพันธ์, โฮมอโลยี, ลำดับเชิงสเปกตรัม  
 และการประยุกต์  
 Modules over a ring, tensor products and groups of homomorphisms,  
 categories and functors, homology functors, projective and injective modules, derived  
 functors, Homology, Spectral sequences and applications
- 252623      สมการไดโอแฟนไทน์เลขชี้กำลัง      3(2-2-5)  
 Exponential Diophantine Equations  
 สรุปพื้นฐานทางทฤษฎีจำนวนเชิงพีชคณิต การประมาณของรูปแบบเชิงเส้นในลอการิทึม  
 สมการไดโอแฟนไทน์เลขชี้กำลังแบบแท้ ลำดับเวียนเกิดทวิภาคอันดับ 2, 3 และ 4 สมการของทูเอ สมการ  
 ซูเปอร์อีลิปติก สมการทูเอ-มาห์เลอร์ กำลังสมบูรณ์ในลำดับเวียนเกิด  
 Reviews of algebraic number theory, estimates of linear forms in logarithms,  
 purely exponential equations, binary recurrence sequences of orders 2, 3 and 4, Thue  
 equation, superelliptic equation, Thue - Mahler equation, perfect powers in binary  
 recurrence sequences

- 252624 ทฤษฎีจำนวนเชิงพีชคณิต 3(2-2-5)  
Algebraic Number Theory  
จำนวนเชิงพีชคณิตและจำนวนเต็มพีชคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันตรรกยะ  
สัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันวิเคราะห์ของฟังก์ชันตัวแปรเชิงซ้อน และความสัมพัทธ์เวียนเกิด จำนวนปิสโตและ  
สมบัติพื้นฐานของจำนวนดังกล่าว การวิเคราะห์พี - เอติก  
Algebraic numbers and algebraic integers, relations among rational functions,  
coefficients of analytic functions of one complex variable and recurrence relations, Pisot  
numbers and their basic properties, p-adic analysis
- 252625 การประยุกต์ของฟิลด์จำกัด 3(2-2-5)  
Applications of Finite Fields  
การแยกตัวประกอบของพหุนามเหนือฟิลด์จำกัด พหุนามลดทอนไม่ได้เหนือฟิลด์จำกัด  
ฐาน การประยุกต์ของฟิลด์จำกัด  
Factoring polynomials over finite fields, Irreducible polynomials over finite  
fields, bases, applications of finite fields
- 252626 ทฤษฎีรหัสเชิงพีชคณิตขั้นสูง 3(2-2-5)  
Advanced Algebraic Coding Theory  
มโนทัศน์ของรหัสเชิงเส้น รหัสสวัฏจักร รหัสสวัฏจักรเชิงลบ และ รหัสสวัฏจักรเชิงค่าคงตัว  
เหนือฟิลด์จำกัดและริงจำกัดสลับที่ รหัสคู่กันและรหัสคู่กันในตัว ระยะทางที่สำคัญรหัสและการแจกแจง  
น้ำหนัก  
Concept of linear codes, cyclic codes, negacyclic codes and constacyclic  
codes over finite fields and finite commutative rings, dual and self-dual codes, importance  
distance of codes and weight distributions
- 252627 วิทยาการรหัสลับเชิงคณิตศาสตร์ 3(2-2-5)  
Mathematical Cryptography  
แนวคิดเชิงพีชคณิตสำหรับวิทยาการรหัสลับ ขั้นตอนวิธีการเข้ารหัสลับแบบสมมาตรและ  
แบบอสมมาตร เส้นโค้งเชิงวงรี วิทยาการรหัสลับกุญแจสาธารณะและวิฤตลอกการิทึม ระบบการเข้ารหัสลับ  
อาร์เอสเอและการแยกตัวประกอบจำนวนเต็ม  
Algebraic concept for cryptography, symmetric and asymmetric algorithms,  
elliptic curves, public-key cryptography and discrete logarithms, the RSA cryptosystem and  
factoring integers

- 252640      รากฐานของการเรียนรู้ของเครื่องและอัลกอริทึม      3(2-2-5)  
 Foundations of Machine Learning and Algorithms  
 การลดค่าความเสี่ยงเชิงประจักษ์ให้ต่ำสุด การเรียนรู้ถูกต้องโดยประมาณความน่าจะเป็น  
 ความสามารถในการเรียนรู้เอกรูป การถ่วงดุลความเอนเอียงกับความซับซ้อน ความคลาดเคลื่อนการ  
 ประมาณและค่าใกล้เคียง มิติวิชี การลดค่าความเสี่ยงเชิงโครงสร้างให้ต่ำสุด ตัวทำนายเชิงเส้น การบูสท์ การ  
 คัดเลือกและการสอบทวนแบบจำลอง การเรียนรู้เชิงคอนเว็กซ์ การลดค่าความเสียหายเชิงสามัญให้ต่ำสุด  
 การถ่วงดุลความสอดคล้องและเสถียรภาพ วิธีเคลื่อนลงตามเกรเดียนต์ วิธีเคลื่อนลงตามเกรเดียนต์ย่อย วิธี  
 เคลื่อนลงตามเกรเดียนต์ย่อยแบบสโทแคสติก ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน  
 Empirical risk minimization, probably approximately correct learning, uniform  
 learnability, the bias-complexity tradeoff, estimation and approximation errors, the VC-  
 dimension, structural risk minimization, linear predictors, boosting, model selection and  
 validation, convex learning, regularized loss minimization, fitting-stability tradeoff, gradient  
 descent algorithms, stochastic gradient descent algorithms, support vector machine
- 252641      การเรียนรู้ของเครื่องขั้นสูง      3(2-2-5)  
 Advanced Machine Learning  
 การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน วิธีการเคอเนล ปัญหาการทำนาย  
 หลายกลุ่มและซับซ้อน ต้นไม้ตัดสินใจ ย่านใกล้เคียงที่สุด โครงข่ายประสาทเทียม การแบ่งกลุ่ม การลดขนาด  
 มิติ การสร้างและการคัดเลือกลักษณะ  
 Data classification with support vector machines, kernel methods, multiclass  
 and complex prediction problems, decision trees, nearest neighbor, neural networks,  
 clustering, dimensionality reduction, feature selection and generation
- 252661      ทอพอโลยีเชิงพีชคณิต      3(2-2-5)  
 Algebraic Topology  
 ปริภูมิปกคลุม ทฤษฎีบทฮอโมโทปี กรุปฮอโมโทปี ฮอโมโลยีและโคฮอโมโลยี  
 Covering spaces, homotopy theory, homotopy groups, homology and  
 Cohomology
- 252662      เรขาคณิตเชิงอนุพันธ์      3(2-2-5)  
 Differential Geometry  
 แมนิโฟลด์ที่หาอนุพันธ์ได้ ไฟเบอร์บันเดิล เรขาคณิตของรีมันน์ แอฟไฟน์คอนเนคชัน การ  
 อินทิเกรตบนแมนิโฟลด์ ฟิลด์เวกเตอร์ กรุปลีและพีชคณิตลีเบื้องต้น  
 Differentiable manifolds, fibre bundles, Riemannian geometry, affine  
 connections, integration on manifolds, vector fields, introductory Lie groups and Lie algebras

- 252670      สมการเชิงอนุพันธ์สามัญขั้นสูง      3(2-2-5)  
 Advanced Ordinary Differential Equations  
 ทฤษฎีบทการมีจริงและมีความเป็นได้อย่างเดียว สมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นและไม่เชิงเส้น  
 ระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้น ทฤษฎีบทเสถียรภาพและไม่เสถียรภาพของระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้น  
 และไม่เชิงเส้น  
 Existence and uniqueness theorems, linear and nonlinear differential  
 equations, linear systems, stability and instability theory of linear and nonlinear systems
- 252671      ความน่าจะเป็นและขบวนการพินสุ่ม      3(2-2-5)  
 Probability and Stochastic Process  
 คุณสมบัติเบื้องต้นของตัวแบบความน่าจะเป็น ความเป็นอิสระ ตัวแปรสุ่มและการแจกแจง  
 ของตัวแปรสุ่ม ความน่าจะเป็นแบบเงื่อนไข กฎว่าด้วยจำนวนมาก ทฤษฎีบทขีดจำกัดกลาง แนวเดินเชิงสุ่ม  
 ลูกโซ่แบบมาร์คอฟและการเคลื่อนไหวแบบบราวเนียน บทประยุกต์ คัดสรรบางเรื่อง  
 Basic properties of probability models, independence, random variables and  
 their distributions, conditional probability, law of large number, central limit theorem,  
 random walk, Markov chains and Brownian motion, selected applications
- 252672      การวิเคราะห์ตัวแปรพหุประยุกต์      3(2-2-5)  
 Applied Multivariate Analysis  
 การแจกแจงปกติของตัวแปรพหุ การเขียนกราฟข้อมูลตัวแปรพหุ การวิเคราะห์ความ  
 แปรปรวนของตัวแปรพหุ การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม วิธีการถดถอยแบบลอจิสติก การวิเคราะห์สหสัมพันธ์  
 คาโนนิกอล การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก การวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่ม  
 การจัดลำดับมิติแบบพหุ โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การประยุกต์  
 Multivariate normal distribution, multivariate data plots, multivariate analysis  
 of variance, discriminant analysis, logistic regression methods, canonical correlation analysis,  
 principle component analysis, factor analysis, cluster analysis, multidimensional scaling,  
 statistical packages, applications

- 252673      ตัวแบบเชิงเส้นประยุกต์      3(2-2-5)  
 Applied Linear Models  
 การถดถอยเชิงเส้นพหุ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การแปลงข้อมูล และการถ่วงน้ำหนัก  
 ในตัวแบบเชิงเส้น การถดถอยลอจิสติกสำหรับข้อมูลตอบสนองแบบทวิ ตัวแบบเชิงเส้นทั่วไป การประมาณ  
 และการอนุมานด้วยวิธีการปรับตัวถ่วงน้ำหนักแบบกำลังสองน้อยที่สุด การถดถอยแบบปัวส์ซอง ตัวแบบเชิง  
 เส้นแบบล็อกสำหรับตารางการจร ตัวแบบสำหรับข้อมูลการอยู่รอด และเทคนิคการถดถอยไม่เชิงเส้น การ  
 ประยุกต์  
 Multiple linear regression, analysis of variance, transformations and weighting  
 in linear models, logistic regression for binary response data, generalized linear models,  
 estimation and inference using iterative reweighted least square (IRLS), Poisson regression,  
 loglinear models for contingency tables, models for survival data and nonlinear regression  
 techniques, applications
- 252674      สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยสำหรับการเงิน      3(2-2-5)  
 Partial Differential Equations for Finance  
 การหาการควบคุมที่เหมาะสม การโปรแกรมเชิงพลศาสตร์ สมการแฮมิลตัน-จาโคบี ผลเฉลย  
 ความหนืด การควบคุมที่เหมาะสมในพื้นที่ ช่วงเวลาแบบต่อเนื่องและเติมหน่วย สมการแฮมิลตัน-จาโคบี-  
 เบลแมน การตรวจสอบการโต้แย้ง สมการเชิงอนุพันธ์พื้นที่สมมาตรเพย์มันน์คัส เวลาหยุดนิ่ง ทฤษฎีบทกิลซา  
 นอฟ สมการพาราโบลา ผลเฉลยพื้นฐาน ปัญหาค่าขอบ หลักการค่าสูงสุด บทประยุกต์เกี่ยวกับการเงิน  
 รวมทั้งการหากรอบเหมาะสมและการเลือกโพรซิงค์  
 Deterministic optimal control, dynamic programming, Hamilton - Jacobi  
 equations, viscosity solutions, stochastic optimal control, discrete and continuous time, the  
 Hamilton - Jacobi - Bellman equation, verification of arguments, stochastic differential  
 equations, Ito's lemma, backward and forward Kolmogorov equations, the Feynman - Kac  
 formular, stopping times, Girsanov's theorem, parabolic equations, fundamental solution,  
 boundary value problems, maximum principle, applications to finance including portfolio  
 optimization and option pricing
- 252675      กลศาสตร์ควอนตัมเชิงคณิตศาสตร์      3(2-2-5)  
 Mathematical Quantum Mechanics  
 รูปนัยนิยมของกลศาสตร์ควอนตัม รวมทั้งระเบียบวิธีทางคณิตศาสตร์ของทฤษฎีควอนตัม  
 สัจพจน์พื้นฐานของกลศาสตร์ควอนตัมและสมการการเคลื่อนที่ ระเบียบวิธีการประมาณและทฤษฎี  
 การกระจาย กลศาสตร์ควอนตัมเชิงสัมพัทธ์เบื้องต้น  
 Formalisms of quantum mechanics including mathematical methods of  
 quantum theory, basic postulates of quantum mechanics and equation of motion,  
 approximation methods and scattering theory, introductory relativistic quantum mechanics



- 252676      แบบจำลองเศรษฐมิติขั้นสูง      3(2-2-5)  
 Advanced Econometric Models  
 ธรรมชาติของเศรษฐมิติและข้อมูล การวิเคราะห์การถดถอยด้วยข้อมูลแบบตัดขวาง  
 การวิเคราะห์การถดถอยด้วยข้อมูลแบบอนุกรมเวลา  
 The nature of econometrics and data, regression analysis with cross sectional data, regression analysis with time-series data
- 252677      สมการเชิงอนุพันธ์และระบบเชิงพลวัต      3(2-2-5)  
 Differential Equations and Dynamical Systems  
 ทฤษฎีทั่วไปของระบบเชิงเส้น ทฤษฎีเฉพาะที่ของระบบไม่เชิงเส้น แมนิโฟลด์เสถียรและ  
 ทฤษฎีบทของ ฮาร์ทแมน กรอบแมน ทฤษฎีวงกว้างของระบบไม่เชิงเส้น ทฤษฎี ปวงกาเร เบนดิคซ์สัน  
 วัฏจักรลิมิต การส่งแบบปวงกาเร ไบเฟอร์เคชัน  
 General theory of linear systems, local theory of nonlinear systems, stable manifold and Hartman-Grobman theorems, global theory of nonlinear systems, Poincare-Bendixson theory, limit cycles, Poincare maps, bifurcations
- 252678      สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยขั้นสูง      3(2-2-5)  
 Advanced Partial Differential Equations  
 หลักการขั้นสูงของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยอันดับที่หนึ่งเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น  
 ผลเฉลยอย่างอ่อน การจำแนกสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยอันดับสอง คุณสมบัติของผลเฉลยสำหรับสมการ  
 เชิงวงรี เชิงพาราโบล่าและเชิงไฮเพอร์โบล่าในมิติทั่วไป  
 Advanced concepts of linear and nonlinear first-order partial differential equations, weak solutions, classification of second order partial differential equations, properties of solutions for elliptic, parabolic and hyperbolic equations in general dimension
- 252679      ระบบพลวัตสำหรับเศรษฐมิติ      3(2-2-5)  
 Dynamical Systems for Econometrics  
 แนวคิดพื้นฐานและระบบสเกลาร์ ระบบพลวัตที่มีมิติสูงและบทประยุกต์ บทแนะนำของ  
 การหาค่าเหมาะที่สุดแบบพลวัต บทประยุกต์ของการหาค่าเหมาะที่สุดแบบพลวัต  
 The basic concepts and scalar systems, dynamical system of higher dimensions and some applications, an introduction to dynamic optimizations, some applications to dynamic optimizations
- 252680      หัวข้อพิเศษคณิตศาสตร์ขั้นสูง      3(2-2-5)  
 Special Topics in Advanced Mathematics  
 ศึกษาและวิเคราะห์หัวข้อคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่น่าสนใจ  
 Study and analyze topics in advanced mathematics that are of special interest

- |        |   |            |
|--------|---|------------|
| 252681 | สัมมนา 1<br>Seminar 1<br>การฝึกค้นคว้า การอ่าน การคิดวิเคราะห์ การนำเสนอและอภิปรายผลงานวิจัย หรือบทความทางวิชาการทางคณิตศาสตร์ที่กำลังอยู่ในความสนใจ<br>Practice searching, reading, critical thinking, and giving oral presentations of research or academic articles of current interest in mathematics | 1(0-2-1)   |
| 252682 | สัมมนา 2<br>Seminar 2<br>การนำเสนอและอภิปรายผลงานวิจัยที่น่าสนใจทางคณิตศาสตร์เชิงทฤษฎีหรือเชิงประยุกต์<br>Presentation and discussion of interesting research in the theoretical or applied mathematics   | 1(0-2-1)   |
| 252683 | สัมมนา 3<br>Seminar 3<br>การนำเสนอและอภิปรายเกี่ยวกับผลงานวิจัยทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบันโดยแยกตามสาขาวิชาที่แตกต่างกันไป สำหรับเป็นแนวทางการทำวิทยานิพนธ์<br>Presentation and discussion of current research in different fields of mathematics for being the direction in doing the dissertation           | 1(0-2-1)   |
| 252684 | สัมมนา 4<br>Seminar 4<br>การฝึกเขียนและนำเสนองานวิจัยทางคณิตศาสตร์<br>Practice how to write and present the research in mathematics   | 1(0-2-1)   |
| 252690 | วิทยานิพนธ์ 1 แบบ 1.1<br>Dissertation 1, Type 1.1<br>ศึกษาองค์ประกอบวิทยานิพนธ์ ค้นคว้า ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดประเด็นโจทย์/หัวข้อวิทยานิพนธ์<br>Studying the elements of a thesis; reviewing literature and related research; and determining the thesis title                         | 6 หน่วยกิต |
| 252691 | วิทยานิพนธ์ 2 แบบ 1.1<br>Dissertation 2, Type 1.1<br>พัฒนาเอกสารแสดงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์ (Concept Paper) และจัดทำผลการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง<br>Developing a concept paper and preparing a summary of literature and related research synthesis                            | 6 หน่วยกิต |

252692	วิทยานิพนธ์ 3 แบบ 1.1 Dissertation 3, Type 1.1 พัฒนาเครื่องมือและวิธีการวิจัย จัดทำโครงร่างวิทยานิพนธ์ เพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการ Developing research instruments and research methodology; and preparing a thesis proposal in order to present it to the committee	9 หน่วยกิต
252693	วิทยานิพนธ์ 4 แบบ 1.1 Dissertation 4, Type 1.1 เก็บรวบรวมข้อมูล รายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ Collecting data and reporting the progress of the thesis to the thesis advisor	9 หน่วยกิต
252694	วิทยานิพนธ์ 5 แบบ 1.1 Dissertation 5, Type 1.1 วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับร่าง Analyzing data and preparing a draft of the thesis	9 หน่วยกิต
252695	วิทยานิพนธ์ 6 แบบ 1.1 Dissertation 6, Type 1.1 จัดทำวิทยานิพนธ์สมบูรณ์และบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ตามเกณฑ์สำเร็จการศึกษา Preparing a full-text thesis and a research article in order to get published according to the graduation criteria	9 หน่วยกิต
252790	วิทยานิพนธ์ 1 แบบ 2.1 Dissertation 1, Type 2.1 ศึกษาองค์ประกอบวิทยานิพนธ์ คั่นคว้า ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนด ประเด็นโจทย์/หัวข้อวิทยานิพนธ์ Studying the elements of a thesis; reviewing literature and related research; and determining the thesis title	3 หน่วยกิต
252791	วิทยานิพนธ์ 2 แบบ 2.1 Dissertation 2, Type 2.1 พัฒนาเอกสารแสดงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์ (Concept Paper) และจัดทำ ผลการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Developing a concept paper and preparing the summary of literature and related research synthesis	6 หน่วยกิต

- 252792      วิทยานิพนธ์ 3 แบบ 2.1      9 หน่วยกิต  
Dissertation 3, Type 2.1  
พัฒนาเครื่องมือและวิธีการวิจัย จัดทำโครงร่างวิทยานิพนธ์ เพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการ  
Developing research instruments and research methodology; and preparing  
a thesis proposal in order to present it to the committee
- 252793      วิทยานิพนธ์ 4 แบบ 2.1      9 หน่วยกิต  
Dissertation 4, Type 2.1  
เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับร่าง  
Collecting data; analyzing data; and preparing a draft of the thesis
- 252794      วิทยานิพนธ์ 5 แบบ 2.1      9 หน่วยกิต  
Dissertation 5, Type 2.1  
จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์และบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ตามเกณฑ์สำเร็จ  
การศึกษา  
Preparing the full-text thesis and research an article in order to get  
published according to the graduation criteria
- 252890      วิทยานิพนธ์ 1 แบบ 2.2      6 หน่วยกิต  
Dissertation 1, Type 2.2  
ศึกษาองค์ประกอบวิทยานิพนธ์ คำนคว้า ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนด  
ประเด็นโจทย์/หัวข้อวิทยานิพนธ์  
Studying the elements of a thesis; reviewing literature and related research;  
and determining the thesis title
- 252891      วิทยานิพนธ์ 2 แบบ 2.2      6 หน่วยกิต  
Dissertation 2, Type 2.2  
พัฒนาเอกสารแสดงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์ (Concept Paper) และจัดทำ  
ผลการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง  
Developing a concept paper and preparing a summary of literature and  
related research synthesis
- 252892      วิทยานิพนธ์ 3 แบบ 2.2      9 หน่วยกิต  
Dissertation 3, Type 2.2  
พัฒนาเครื่องมือและวิธีการวิจัย จัดทำโครงร่างวิทยานิพนธ์ เพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการ  
Developing research instruments and research methodology and preparing a  
thesis proposal in order to present it to the committee

252893	วิทยานิพนธ์ 4 แบบ 2.2 Dissertation 4, Type 2.2 เก็บรวบรวมข้อมูล รายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ Collecting data and reporting the progress of the thesis to the thesis advisor	9 หน่วยกิต
252894	วิทยานิพนธ์ 5 แบบ 2.2 Dissertation 5, Type 2.2 วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับร่าง Analyzing data and preparing a draft of the thesis	9 หน่วยกิต
252895	วิทยานิพนธ์ 6 แบบ 2.2 Dissertation 6, Type 2.2 จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์และบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ตามเกณฑ์สำเร็จ การศึกษา Preparing the full-text thesis and a research article in order to get published according to the graduation criteria	9 หน่วยกิต
255523	การวิเคราะห์ตัวแปรพหุประยุคต์ Applied Multivariate Analysis การแจกแจงปรกติหลายตัวแปร กราฟสำหรับข้อมูลหลายตัวแปร การอนุมานเชิงสถิติเกี่ยวกับเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยในประชากรหนึ่งกลุ่มและสองกลุ่ม การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร การวิเคราะห์ส่วนประกอบหลัก การวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม การวิเคราะห์แบ่งกลุ่ม การสเกลหลายมิติ และการประยุกต์ Multivariate normal distribution, graphs for multivariate data, statistical inferences about mean vectors for one and two populations, multivariate analysis of variance, principal component analysis, factor analysis, discriminant analysis, cluster analysis, multidimensional scaling and their applications	3(2-2-5)
255571	สถิติเชิงคำนวณและการประยุกต์ Computational Statistics and Applications เทคนิคการคำนวณที่ทันสมัยในศาสตร์ทางด้านสถิติ วิธีบูทแอสตราปและแจ๊คไนฟ เครื่องมือในการคำนวณขั้นสูง การจำลองข้อมูล เทคนิคมอนติคาร์โล และการประยุกต์ Modern computational techniques in statistics, Bootstrap and Jackknife methods, intensive computational tool, data simulation, Monte Carlo techniques and their applications	3(2-2-5)



### ความหมายของเลขรหัสรายวิชา

ประกอบด้วยตัวเลข 6 ตัว แยกเป็น 2 ชุด ๆ ละ 3 ตัว มีความหมายดังนี้

1. เลขสามตัวแรก เป็นกลุ่มเลขประจำสาขาวิชา
  - 252 หมายถึง สาขาคณิตศาสตร์
2. เลขสามตัวหลัง เป็นกลุ่มเลขประจำวิชา
  - 2.1 เลขรหัสตัวแรก (หลักร้อย) แสดงถึง ระดับชั้นปี ที่ควรเรียนรายวิชานี้
    - 5 หมายถึง ระดับปริญญาโท
    - 6,7,8 หมายถึง ระดับปริญญาเอก
  - 2.2 เลขรหัสตัวกลาง (หลักสิบ) แสดงถึง หมวดหมู่นิเทศศึกษา ดังนี้
    - 1 หมายถึง สาขาการวิเคราะห์
    - 2 หมายถึง สาขาพืชคณิต
    - 3 หมายถึง สาขาเรขาคณิต
    - 4 หมายถึง สาขาวิทยาการข้อมูล
    - 5 หมายถึง สาขาคณิตศาสตร์เต็มหน่วย
    - 6 หมายถึง สาขาทอพอโลยี
    - 7 หมายถึง สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์
    - 8,9 หมายถึง กลุ่มวิชาสัมมนา หัวข้อพิเศษและวิทยานิพนธ์
  - 2.3 หลักหน่วย หมายถึง ลำดับรายวิชา