

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ**

**Кафедра теорії та технології програмування**



Кашпур О.Ф.

« 30 » 08 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Композиційні логіки/Compositional logics**

**для студентів / for students**

галузь знань **12 – Інформаційні технології / Informational Technologies**  
спеціальність **122 – Комп'ютерні науки / Computer Science**  
освітній рівень **магістр / Master**  
освітня програма **Штучний інтелект/ Artificial Intelligence**  
вид дисципліни **обов'язкова / mandatory**

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2019/2020</b>
Семестр	<b>2</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>5</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>англійська, українська /English, Ukrainian</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит / exam</b>

Викладачі: **к.ф.-м.н., асистент Криволап А.В.**

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2019**



**1. Мета дисципліни** – поглиблення знань з логіки, включаючи вивчення систем пошуку доведень, програмно-орієнтованих логічних формалізмів; набуття знань, умінь та навичок стосовно прикладного використання апарату математичної логіки в програмуванні.

**Discipline aim.** The purpose of the discipline is to broaden knowledge of logic, including the study of proof assistant systems, program-oriented formal logical methods; obtaining knowledge, skills and abilities related to the application of the mathematical logic in programming.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

*Знати:* базові поняття математичної логіки: мови пропозиційної логіки та логіки 1-го порядку, їх можливості для опису предметних областей; мати сучасні уявлення про основні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення.

*Вміти:* описувати на формальних мовах твердження стосовно тих чи інших предметних областей; проводити виведення в пропозиційних та першопорядкових численнях гільбертівського типу та секвенційного типу.

## **Preliminary demands to master or choice of the course discipline:**

1. To know basic concepts of mathematical logic: languages of propositional logic and first order logic, their possibilities for the description of subject areas; have a modern understanding of the basic methods of theorem proving and means of inference.

2. To be able to describe in formal languages statements regarding certain subject areas; to derive in propositional and first-order calculus of Hilbert type and sequential type.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальний курс присвячений питанням застосування формалізмів математичної логіки в системах пошуку доведень. У ньому вивчаються застосування засобів математичної логіки в програмуванні за умов невизначеності й нечіткості інформації основні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення, засоби формалізування предметних областей за умов невизначеності й нечіткості інформації, питання істинності та виконуваності формул, побудова виведення в логічних численнях.

## **Synopsis of the course:**

The learning course is devoted to the problems of formalisms of mathematical logic application in the theorem provers. It studies the application of mathematical logic in programming under conditions of uncertain and unclear information, basic methods of finding proofs and means of logical inference, means of formalizing subject areas in conditions of uncertain and unclear information, truthness and validity of formulas, construction of inference in logical calculus.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

Опанування курсу покликане забезпечити формування поданого нижче переліку компетентностей:

ЗК5: Здатність спілкуватися іноземною мовою;

СК18. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

## **Objectives of study:**

Learning course intends to provide formation following competencies:

CC5 Ability to communicate in a foreign language;

SC18. Ability to algorithmic and logical thinking.

**5. Результати навчання за дисципліною / Results of learning:**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
PH1.1	Знати основні поняття, методи і засоби математичної логіки та їх застосування в прикладних областях за умов невизначеності й нечіткості інформації To know the basic concepts, methods and tools of mathematical logic and their application in applied areas under conditions of uncertainty and ambiguity of information	<i>Лекція, самостійна робота / Lecture, Individual work</i>	<i>Контрольна робота, іспит / Test, exam</i>	22%
PH1.2	Знати нетрадиційні логіки To know non-classical logics.	<i>Лекція, самостійна робота / Lecture, Individual work</i>	<i>Контрольна робота, іспит / Test, exam</i>	16%
PH1.3	Знати сучасні методи пошуку доведень та засоби логічного виведення To know modern methods of theorem proving and means of logical inference	<i>Лекція, самостійна робота / Lecture, Individual work</i>	<i>Контрольна робота, іспит / Test, exam</i>	12%
PH2.1	Вміти формалізувати предметні області за допомогою апарату математичної логіки в умовах невизначеності й нечіткості інформації, аналізувати істинність формул та наявність логічного наслідку Be able to formalize the subject areas with the help of the apparatus of mathematical logic in conditions of uncertain and unclear information, to analyze the validity of formulas and the notion of a logical consequence	<i>Лекція, самостійна робота / Lecture, Individual work</i>	<i>Контрольна робота, іспит / Test, exam</i>	30%
PH3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу та спосіб її розв'язання, спілкуватися з колегами з питань застосування апарату математичної логіки To substantiate one's own view on	<i>Лекція, самостійна робота / Lecture, Individual work</i>	<i>Захист реферату, поточне оцінювання / Defence of the course paper,</i>	16%

	the problem and the way of its solution, to communicate with colleagues on the application of the apparatus of mathematical logic		<i>current evaluation</i>	
PH4.1	Організувати свою самостійну роботу для досягнення результату To organize your independent work to achieve results	<i>Лекція, самостійна робота / Lecture, Individual work</i>	<i>Захист реферату / Defence of the course paper</i>	4%

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання / Correspondence between learning results and program study results**

Результати навчання дисципліни	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 2.1	PH 3.1	PH 4.1
<b>Програмні результати навчання</b>						
<i>(з опису освітньої програми)</i>						
<b>ПРН16.</b> Знати та вміти застосовувати логічні формалізми. <b>PLO16.</b> To know and be able to apply logical formalisms.	+	+	+	+	+	+

**7. Схема формування оцінки / Evaluation scheme.**

**7.1 Форми оцінювання студентів / Forms of evaluation:**

**- семестрове оцінювання / semester evaluation:**

1. Контрольна робота 1 / Test 1: PH 1.1, PH 1.2, PH 2.1 – 20 балів / 12 балів
2. Контрольна робота 2 / Test 2: PH 1.3, PH 2.1 – 20 балів / 12 балів
3. Реферат / Course paper: PH 3.1, PH 4.1 – 15 балів / 9 балів
4. Поточне оцінювання / Current evaluation: PH 3.1, PH 4.1 – 5 балів / 3 бали

**- підсумкове оцінювання / final evaluation:**

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом / maximum points: 40 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись / learning outcomes that are evaluated: PH 1.1 – PH 1.3, PH 2.1
- форма проведення / form of holding: письмова форма / written work.

Види завдань / types of tasks:

**Структура екзаменаційної роботи та критерії оцінювання / Structure of examination work and evaluation criteria:**

1. Теоретичне запитання / theoretical task (PH 1.1 – PH 1.2).
2. Теоретичне запитання / theoretical task (PH 1.2 – PH 1.3).
3. Задача / problem (PH 2.1).
4. Задача / problem (PH 2.1).

**Критерії оцінювання екзаменаційної роботи / Criteria for evaluating the examination work**

Завдання	Вид завдання	Максимальний бал (відсоток)	Всього балів (відсотків)
Завдання 1, 2 / Tasks 1,2	Теоретичне запитання / theoretical task	по 10 балів (25 %)	20 балів (50 %)
Завдання 3 / Task 3	Задача / problem	9 балів (22.5 %)	9 балів (22.5 %)
Завдання 4 / Task 4	Задача / problem	11 балів (27.5 %)	11 балів (27.5 %)
<b>Всього / total</b>			<b>40 балів (100%)</b>

Студент допускається до екзамену якщо семестрі набрав не менше ніж 36 балів та отримав не менше мінімальної порогової кількості балів за поточне оцінювання та контрольні роботи / The student is admitted to semester exam if scored at least 36 points and received at least the minimum threshold number of points for ongoing evaluation and tests.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит має бути не менше 24 балів / For general positive assessment of the course grade for the exam must be at least 24 points.

### Теми для рефератів / Course paper themes

1. Алгоритмічні логіки.
2. Динамічні логіки.
3. Немонотонні логіки.
4. Нечіткі логіки.
5. Можливісні логіки.
6. Дескриптивні логіки.
7. Інтуїціоністські логіки.
8. Алгебраїчна семантика інтуїціоністських логік.
9. Реляційна семантика інтуїціоністських логік.
10. Інтуїціоністські секвенційні числення.
11. Теорема Ербрана.
12. Метод резолюцій. Стратегії методу резолюцій.
13. Мова логічного програмування Пролог.
14. Теорема Генцена про елімінацію перетинів.
15. Системи натурального виведення.
16. Лінійні темпоральні логіки.
17. Розгалужені темпоральні логіки.
18. Застосування темпоральних логік.
19. Застосування епістемічних логік.
20. Метод Model Checking.
21. Метод TLA; верифікація програмних систем в TLA.
22. Програмна логіка Хоара, її застосування.
23. Програмна логіка Z, її застосування.
24. Програмна логіка В, її застосування.
25. Роль логіки у побудові надійних програмних систем.

1. Algorithmic logics.
2. Dynamic logic.
3. Non-monotonic logics.
4. Fuzzy logic.
5. Possible logics.
6. Descriptive logics.

7. Intuitionist logics.
8. Algebraic semantics of intuitionistic logics.
9. Relational semantics of intuitionistic logics.
10. Intuitionist sequential calculus.
11. Erbran's theorem.
12. The method of resolutions. Resolution method strategies.
13. Logic programming language Prolog.
14. Henzen's theorem on the elimination of intersections.
15. Natural excretion systems.
16. Linear temporal logics.
17. Branched temporal logics.
18. Application of temporal logics.
19. Application of epistemic logics.
20. Model Checking Method.
21. TLA method; verification of software systems in TLA.
22. Hoar program logic, its application.
23. Software logic Z, its application.
24. Program logic B, its application.
25. The role of logic in building reliable software systems.

### **Питання на іспит / Exam questions**

1. Основні поняття логіки. Становлення та розвиток логіки. Основні закони традиційної логіки. Поняття висловлення, предиката. Числення, формальні системи.
2. Основні принципи побудови класичної логіки, її обмеження. Семантика Тарського.
3. Проблема програмно-орієнтованої перебудови класичної логіки. Основні аспекти логік, орієнтованих на дослідження програм.
4. Принципи композиційно-номінативного підходу.
5. Інтенціональні аспекти понять математичної логіки. Класова та індивідуальна надабстрактні логіки, абстрактна логіка моделей світів. Композиційно-номінативні логіки (КНЛ).
6. Розвиток понять даного та функції. Рівні розгляду даних. Рівні розгляду функції. Композиції, їх роль у логіці й програмуванні.
7. Побудова логік на основі композиційно-номінативного підходу. Спектр КНЛ.
8. Іменні множини. Операції над ІМ. Квазіарні функції, предикати.
9. Різновиди квазіарних предикатів. Дуальні предикати. Монотонні, еквітонні, антитонні предикати.
10. Предикатні композиційні системи. Пропозиційні композиції.
11. Композиції КНЛ реномінативних рівнів. Реномінації. Спеціальні предикати слабкої та строгої рівності.
12. Композиції КНЛ безкванторно-функціональних рівнів. Суперпозиції. Композиції слабкої та строгої рівності.
13. Композиції першопорядкових КНЛ. Квантори, їх властивості.
14. Чисті першопорядкові композиційні алгебри, їх різновиди.
15. Особливості квазіарних предикатів.
16. Реномінативні логіки, їх мови. Нормальні форми; субтавтології. Реномінативні числення.
17. Реномінативні логіки з предикатами рівності, їх мови.
18. Логіки безкванторно-функціональних рівнів, їх мови.
19. Чисті першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів (ЧНКЛ).
20. Відношення неспростовнісного логічного наслідку для множин формул ЧНКЛ.
21. Першопорядкові НКЛ функціонально-екваційного рівня.
22. Гільбертівські числення першопорядкових НКЛ повнототальних ЕП. Теореми коректності та повноти.
23. Секвенційні числення першопорядкових НКЛ ЕП. Теорема про контрмоделі. Теореми

- коректності та повноти.
24. Сколемівська нормальна форма. Ербранівський універс. Теорема Ербрана.
  25. Пошук доведень. Метод резолюцій логік 1-го порядку. Найзагальніший уніфікатор. Правило резолюцій.
  26. Чисті першопорядкові КНЛ (ЧКНЛ), класи їх інтерпретацій (семантики). R-, P-, T-, TR-семантики. Дуальні інтерпретації, дуальні семантики.
  27. Відношення логічного наслідку  $P|=IR, P|=T, P|=F, P|=TF, R|=TF$ . Відповідні відношення логічної еквівалентності.
  28. Особливості відношень  $P|=IR, P|=T, P|=F, P|=TF, R|=TF$ , співвідношення між ними.
  29. Семантичні властивості ЧКНЛ. Нормальні форми.
  30. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів.
  31. Відношення логічного наслідку для множин формул ЧКНЛ.
  32. Предикати-індикатори наявності значення для предметних імен. Елімінація кванторів.
  33. Секвенційні числення ЧКНЛ для відношень  $P|=IR, P|=T, P|=F, P|=TF, R|=TF$ . Базові секвенційні форми, умови замкненості секвенції.
  34. Теорема про побудову контрмоделей для секвенційних числень ЧКНЛ. Теорема коректності та повноти.
  35. Ієрархічні номінативні дані, форми їх подання. Операції над ІНД. Операція реномінації, її стандартна форма.
  36. Предикати над ІНД (Н-квазіарні предикати), їх композиції. Особливості композиції квантифікації Н-квазіарних предикатів.
  37. Мови логік Н-квазіарних предикатів.
  38. Секвенційні числення логік Н-квазіарних ЕП.
  39. Багатозначні логіки. 3-значна логіка Лукасевича, сильна та слабка 3-значні логіки Кліні.
  40. Багатозначні логіки Поста. 4-значна логіка Белнапа.
  41. Зв'язок логік 2-значних T-предикатів, 2-значних P-предикатів та 3-значних логік. Ізоморфізм предикатних алгебр. Особлива роль сильної логіки Кліні серед 3-значних логік.
  42. Зв'язок логік 2-значних R-предикатів, 3-значних T-предикатів, 3-значних P-предикатів та 4-значних логік. Особлива роль логіки Белнапа серед 4-значних логік.
  43. Алетичні модальні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика. Системи T, B, S4, S5.
  44. Темпоральні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика. Аксиоматичні системи.
  45. Різновиди темпоральних логік. Застосування темпоральних логік.
  46. Епістемічні логіки. Синтаксис мови, реляційна семантика, аксиоматичні системи. Застосування епістемічних логік.
  47. Композиційно-номінативні модальні логіки. КНМС. Транзиційні модальні системи.
  48. Різновиди ТМС. Загальні, темпоральні, мультимодальні ТМС. ММС епістемічного типу.
  49. Взаємодія модальних композицій ТМС із реномінаціями та кванторами для ТМЛ та для ТМЛ ЕП.
  50. Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул ТМЛ.
  51. Властивості елімінації модальностей для різних типів відношень досяжності.
  52. Секвенційні числення ТМЛ. Умови замкненості секвенцій, базові секвенційні форми.
  53. Секвенційні форми елімінації модальностей для різних типів відношень досяжності.
  54. Теорема про контрмоделі для секвенційних числень ТМЛ. Теорема коректності й повноти.
1. Basic concepts of logic. Formation and development of logic. Basic laws of traditional logic. The concept of expression, predicate. Numbers, formal systems.
  2. Basic principles of construction of classical logic, its limitations. Tarsky semantics.

3. The problem of program-oriented restructuring of classical logic. The main aspects of logic focused on the study of programs.
4. Principles of compositional-nominative approach.
5. Intentional aspects of the concepts of mathematical logic. Class and individual supra-abstract logics, abstract logic of world models. Compositional-nominative logics (CNL).
6. Development of concepts and functions. Data review levels. Levels of consideration of the function. Compositions, their role in logic and programming.
7. Construction of logics based on compositional-nominative approach. CNL spectrum.
8. Nominal sets. NS operations. Quasi-functions, predicates.
9. Varieties of quasi-predicates. Dual predicates. Monotonic, equitonic, antitonic predicates.
10. Predicate composite systems. Propositional compositions.
11. Compositions of renominative levels CNL. Denominations. Special predicates of weak and strict equality.
12. Compositions of quantifier-functional levels CNL. Superpositions. Compositions of weak and strict equality.
13. Compositions of first-order CNL. Quantifiers, their properties.
14. Pure first-order compositional algebras, their varieties.
15. Features of quasi-predicates.
16. Renomative logics, their languages. Normal forms; subtautology. Renomative calculus.
17. Renomative logics with predicates of equality, their language.
18. Logics of quantifier-functional levels, their languages.
19. Pure first-order neoclassical CNL equiton predicates (CNCL).
20. The relation of irrefutable logical consequence for sets of formulas of CNCL.
21. Primary NCL functional-equatorial level.
22. Hilbert calculus of first-order NCLs of full-total EPs. Correctness and completeness theorems.
23. Sequential calculus of first-order NCL EP. Countermodel theorem. Correctness and completeness theorems.
24. Skolem's normal form. Erbranov University. Erbran's theorem.
25. Search for evidence. 1st order logic resolution method. The most common unifier. Rule of resolutions.
26. Pure first-order KNL (CHKNL), classes of their interpretations (semantics). R-, P-, T-, TR-semantics. Dual interpretations, dual semantics.
27. The relation of the logical consequence  $P \models IR$ ,  $P \models T$ ,  $P \models F$ ,  $P \models TF$ ,  $R \models TF$ . Corresponding relations of logical equivalence.
28. Features of the relations  $P \models IR$ ,  $P \models T$ ,  $P \models F$ ,  $P \models TF$ ,  $R \models TF$ , the relationship between them.
29. Semantic properties of PCNL. Normal forms.
30. The relation of logical consequence in the logics of monotonic and the logics of antitonic predicates.
31. The relation of logical consequence for sets of formulas PCNL.

32. Predicates-indicators of the presence of meaning for subject names. Elimination of quantifiers.
33. Sequential calculus of PCNL for the relations  $P \models IR$ ,  $P \models T$ ,  $P \models F$ ,  $P \models TF$ ,  $R \models TF$ . Basic sequence forms, conditions of sequence closure.
34. Theorems on the construction of countermodels for sequential numbers PCNL. Correctness and completeness theorems.
35. Hierarchical nominative data, forms of their presentation. Operations on the HND. Operation of renomination, its standard form.
36. Predicates over HND (H-quasi-predicates), their compositions. Features of the composition of quantification of H-quasi-predicates.
37. Languages of logic of H-quasi-predicates.
38. Sequential calculus of logics of H-quasi-EP.
39. Multivalued logic. Lukasevich's 3-valued logic, Kleene's strong and weak 3-valued logic.
40. Multivalued logic of Post. 4-valued logic of Belnap.
41. Relationship of logics of 2-valued T-predicates, 2-valued P-predicates and 3-valued logics. Isomorphism of predicate algebras. The special role of Kleene's strong logic among 3-valued logics.
42. Relationship of logics of 2-valued R-predicates, 3-valued T-predicates, 3-valued P-predicates and 4-valued logics. The special role of Belnap logic among 4-valued logics.
43. Alethic modal logics. Language syntax, relational semantics. Systems T, B, S4, S5.
44. Temporal logics. Language syntax, relational semantics. Axiomatic systems.
45. Varieties of temporal logics. Application of temporal logics.
46. Epistemic logics. Language syntax, relational semantics, axiomatic systems. Application of epistemic logics.
47. Compositional-nominative modal logics. CNML. Transitional modal systems.
48. Varieties of TMS. General, temporal, multimodal TMS. MMS of epistemic type.
49. Interaction of modal compositions of TMS with renominations and quantifiers for TML and for TML EP.
50. The relation of logical consequence for sets of state-specified formulas of TML.
51. Properties of elimination of modalities for different types of reachability relations.
52. Sequential calculations of TML. Sequence closure conditions, basic sequence forms.
53. Sequential forms of elimination of modalities for differencex types of reach ratios.
54. Countermodel theorem for TML sequence numbers. Theorems of correctness and completeness.

## 7.2 Організація оцінювання:

### Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Контрольна робота 1: до 8 тижня семестру.*
2. *Контрольна робота 2: до 14 тижня семестру.*
3. *Захист реферату: до 14 тижня семестру.*
4. *Поточне оцінювання: протягом семестру.*

Студент має право на одне перескладання контрольної роботи із можливістю отримання максимально 16 балів за кожну. Термін перескладання визначається викладачем.

За відсутності студента з поважних причин перездача КР здійснюється відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу».

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Консульт	Сам. р-та
<b>Частина 1. Композиційно-номінативні логіки квазіарних предикатів</b>				
<b>Part 1. Compositional-nominative logics of quasiary predicates</b>				
1	<p><b>Тема 1.</b> Принципи композиційно-номінативного підходу</p> <p><b>Theme 1.</b> Principles of compositional-nominative approach</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Аналіз принципів побудови класичної логіки. Приклади розширень класичної логіки.</p> <p><b>Independent work:</b> Analysis of the principles of classical logic construction. Examples of classical logic extensions.</p>	2		8
2	<p><b>Тема 2.</b> Спектр композиційно-номінативних логік</p> <p><b>Theme 2.</b> Spectrum of compositional-nominative logics</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Уточнення основних аспектів логік, орієнтованих на дослідження програм, на базі розгляду основних конструкцій мов програмування та їх формалізації.</p> <p><b>Independent work:</b> Clarification of the main aspects of logic, focused on the study of programs, based on the consideration of the basic constructions of programming languages and their formalization.</p>	2		8
3	<p><b>Тема 3.</b> Предикатні композиційні системи</p> <p><b>Theme 3.</b> Predicate composite systems</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Класифікація композицій. Властивості логік пропозиційного та номінативних рівнів. Логіки локально-еквітонних, еквісумісних, локально-еквісумісних предикатів.</p> <p><b>Independent work:</b> Classification of compositions. Properties of logic of propositional and nominative levels. Logics of locally-equiton, equi-compatible, locally-equi-compatible predicates.</p>	2		8
4	<p><b>Тема 4.</b> Реномінативні логіки. РНЛ з предикатами слабкої рівності та строгої рівності. Логіки безкванторно-функціональних рівнів</p> <p><b>Theme 4.</b> Renomative logics. RNL with predicates of weak equality and strict equality. Logics of quantifierless-functional levels</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Пропозиційні числення. Реномінативні числення. Доведення їх коректності та повноти.</p> <p><b>Independent work:</b> Propositional calculus. Renomative calculus. Proving correctness and completeness of calculus.</p>	2		8
5	<p><b>Тема 5.</b> Першопорядкові неокласичні КНЛ еквітонних предикатів.</p> <p><b>Theme 5.</b> First-order neoclassical CNL equiton predicates.</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Обмежене моделювання неокласичної логіки в класичній. Властивості відношення логічного наслідку для множин формул. Семантичні властивості логік функціональних рівнів.</p> <p><b>Independent work:</b> Limited modeling of neoclassical logic in classical. Properties of the relation of logical consequence for sets of formulas. Semantic properties of functional level logics.</p>	2		8
6	<p><b>Тема 6.</b> Чисті першопорядкові КНЛ (ЧКНЛ); класи їх інтерпретацій (семантики). Відношення логічного наслідку <math>P _{=IR}, P _{=T}, P _{=F}, P _{=TF}, R _{=TF}</math></p> <p><b>Theme 6.</b> Pure first-order CNL (PCNL); classes of their interpretations (semantics). The relation of the logical consequence <math>P _{=IR}, P _{=T}, P _{=F}, P _{=TF}, R _{=TF}</math></p> <p><b>Самостійна робота:</b> Властивості відношень логічного порядку. Дослідження принципів їх побудови.</p> <p><b>Independent work:</b> Properties of relations of logical order. Research of principles of their construction.</p>	2		8

7	<p><b>Тема 7.</b> Семантичні властивості ЧКНЛ. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних та логіках антитонних предикатів</p> <p><b>Theme 7.</b> Semantic properties of PCNL. The relation of logical consequence in monotonic logics and antitonic predicate logics</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Семантичні властивості логік часткових однозначних, тотальних неоднозначних та часткових неоднозначних квазіарних предикатів.</p> <p><b>Independent work:</b> Semantic properties of logics of partial unambiguous, total ambiguous and partial ambiguous quasi-predicates.</p>	2		8
8	<p><b>Тема 8.</b> Відношення логічного наслідку для множин формул ЧКНЛ. Властивості елімінації кванторів</p> <p><b>Theme 8.</b> The relation of logical consequence for sets of formulas for PCNL. Quantization elimination properties</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Властивості відношень логічного наслідку та логічної еквівалентності в різних семантиках. Властивості відношень логічного наслідку для множин формул.</p> <p><b>Independent work:</b> Properties of the relations of logical consequence and logical equivalence in different semantics. Properties of logical consequence relations for sets of formulae.</p>	1		8
Контрольна робота № 2		1		
Всього за частиною 1		16		64
<p><b>Частина 2. Логіки над ієрархічними даними. Багатозначні логіки. Модальні та темпоральні логіки. Модальні логіки квазіарних предикатів</b></p> <p><b>Part 2. Logic over hierarchical data. Multiple-valued logic. Modal and temporal logics. Modal logics of quasi-predicates</b></p>				
9	<p><b>Тема 9.</b> Логіки над ієрархічними номінативними даними. Операції над ІНД. <i>H</i>-квазіарні предикати, їх композиції. Мови логік <i>H</i>-квазіарних предикатів</p> <p><b>Theme 9.</b> Logics over hierarchical nominative data. Operations on the HND. <i>H</i>-quasi-predicates, their compositions. Logic languages of <i>H</i>-quasiary predicates</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Властивості ієрархічних номінативних даних. Коректність та повнота секвенційних числень логік еквітонних <i>H</i>-квазіарних предикатів.</p> <p><b>Independent work:</b> Properties of hierarchical nominative data. Correctness and completeness of sequential calculus of logics of equiton <i>H</i>-quasiary predicates.</p>	4		8
10	<p><b>Тема 10.</b> 3-значні логіки Лукасевича та Кліні, 4-значна логіка Белнапа. Багатозначні логіки та 2-значні композиційно-номінативні логіки</p> <p><b>Theme 10.</b> 3-valued logics of Lukasevich and Kleene, 4-digit logic of Belnap. Multivalued logics and 2-valued compositional-nominative logics</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Багатозначні логіки Поста. Нечіткі логіки. Доведення ізоморфізму композиційних алгебр: Белнапа та часткових неоднозначних 2-предикатів; Кліні та часткових однозначних 2-предикатів і тотальних неоднозначних 2-предикатів.</p> <p><b>Independent work:</b> Multivalued logics of the Post. Fuzzy logic. Proof of the isomorphism of composite algebras: Belnap and partial ambiguous 2-predicates; Wedges and partial unambiguous 2-predicates and total ambiguous 2-predicates.</p>	2		8
11	<p><b>Тема 11.</b> Традиційні модальні логіки. Темпоральні логіки, їх застосування. Лінійні ТЛ, розгалужені ТЛ. Епістемічні логіки, їх застосування</p> <p><b>Theme 11.</b> Traditional modal logics. Temporal logics, their application.</p>	2		6

	<p>Linear TL, branched TL. Epistemic logics, their application</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Застосування темпоральних логік для специфікації та верифікації програм. Метод Model Checking. Застосування епістемічних логік.</p> <p><b>Independent work:</b> Application of temporal logics for program specification and verification. Method Model Checking. Application of epistemic logics.</p>			
12	<p><b>Тема 12.</b> Композиційно-номінативні модальні логіки квазіарних предикатів. Транзиційні модальні системи, їх різновиди</p> <p><b>Theme 12.</b> Compositional-nominative modal logics of quasiary predicates. Transitional modal systems, their varieties</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Транзиційні системи. Логічні засоби подання переходів.</p> <p><b>Independent work:</b> Transition systems. Logical means of representing transitions.</p>	4		6
13	<p><b>Тема 13.</b> Взаємодія модальних композицій із реномінаціями та кванторами Відношення логічного наслідку для множин специфікованих станами формул. Елімінація модальностей для різних типів відношень досяжності</p> <p><b>Theme 13.</b> Interaction of modal compositions with renominations and quantifiers The relation of logical consequence for sets of formulas specified by states. Elimination of modalities for different types of reach ratios</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Властивості ТМС реномінативного та першопорядкових рівнів. Темпоральні ТМС (ТмМС), мультимодальні ТМС (ММС). ММС епістемічного типу, загальні ТМС.</p> <p><b>Independent work:</b> Properties of TMS of renominative and first-order levels. Temporal TMS (ТТМС), multimodal TMS (МТМС). ММС of epistemic type, general TMS.</p>	2		6
14	<p><b>Тема 14.</b> Секвенційні числення модальних логік квазіарних предикатів Умови замкненості секвенції, базові секвенційні форми. Теореми про контрмоделі. Теореми коректності та повноти.</p> <p><b>Theme 14.</b> Sequential calculus of modal logics of quasi-predicates Closed formula conditions, basic sequence forms. Theorems of countermodels. Correctness and completeness theorems.</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Доведення теорем коректності та повноти секвенційних числень ТМЛ еквітонних предикатів. Метод систем модельних множин.</p> <p><b>Independent work:</b> Proof of the theorems of correctness and completeness of TML sequential calculae of equiton predicates. Method of systems of model sets.</p>	2		6
15	<p><b>Тема 15.</b> Логіка та побудова програмних систем. Програмна логіка Хоара, програмні логіки <math>Z</math> та <math>B</math>, їх застосування. Метод Model Checking</p> <p><b>Theme 15.</b> Logic and construction of software systems. Hoar program logic, <math>Z</math> and <math>B</math> program logics, their application. Model Checking method</p> <p><b>Самостійна робота:</b> Застосування логік у побудові інформаційних та програмних систем. Програмна логіка Хоара; застосування логіки Хоара для специфікації та верифікації програм. Програмна логіка <math>Z</math>, її застосування. Програмна логіка <math>B</math>, її застосування.</p> <p><b>Independent work:</b> Application of logic withi program systems development. Hoare's program logic; application of Hoare logic for program specification and verification. <math>Z</math> program logic, its application. <math>B</math> program logic, its application.</p>	2		6
Контрольна робота № 2		2		

Всього за частиною 2	22		46
Консультація		2	
<b>ВСЬОГО</b>	38	2	110

**Загальний обсяг 150 год.**, в тому числі:

Лекцій – **38 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота - **110 год.**

## 9. Рекомендовані джерела /References

### *Основні / Main:*

1. Клини С. Математическая логика. – М.: Наука, 1973.
2. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Математична логіка та теорія алгоритмів. – К., 2008.
3. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Прикладна логіка. – К., 2013.
4. Нікітченко М.С., Шкільняк О.С., Шкільняк С.С. Чисті першопорядкові логіки квазіарних предикатів // Проблеми програмування. – 2016. – № 2–3.
5. Шкільняк О.С. Модальні логіки немонотонних часткових предикатів // Вісник Київського ун-ту. Серія: фіз.-мат. науки. – 2015. – Вип. 3.
6. Шкільняк О.С. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних предикатів та логіках антитонних предикатів // Проблеми програмування. – 2017. – № 1.
7. Шкільняк С.С., Волковицький Д.Б. Композиційно-номінативні логіки безкванторних рівнів // Проблеми програмування. – 2016. – № 2–3.

### *Додаткові / Additional:*

8. Андон Ф.И., Яшунин А.Е., Резниченко В.А. Логические модели интеллектуальных информационных систем. – К., 1999.
9. Чень Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. – М., 1983.
10. Шкільняк О.С. Відношення логічного наслідку в логіках монотонних предикатів та логіках антитонних предикатів // Проблеми програмування. – 2017. – № 1.
11. Шкільняк О.С. Семантичні моделі та секвенційні числення транзиційних модальних логік // Комп'ютерна математика. – 2013. – Вип. 1.
12. Шкільняк О.С. Транзиційні модальні логіки немонотонних квазіарних предикатів // Комп'ютерна математика. – 2014. – Вип. 2.
13. Шкільняк С.С. Спектр секвенційних числень першопорядкових композиційно-номінативних логік // Проблеми програмування. – 2013. – № 3.
14. Belnap N., Steel T. The logic of questions and answers. – New Haven and London: Yale Univ. Press, 1976.
15. Handbook of Logic in Computer Science. Edited by S. Abramsky, Dov M. Gabbay and T. S. E. Maibaum. – Oxford Univ. Press. – Vol. 1–5, 1993–2000.
16. Hoare C.A.R., Jifeng He. Unifying Theories of Programming. – London: Prentice Hall Europe, 1998.
17. Schneider K.: Verification of Reactive Systems. Formal Methods and Algorithms. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.
18. Clarke E.M., Grumberg O., Peled D.: Model Checking. MIT Press (1999).
19. Kröger F., Merz S. Temporal logic and state systems. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.