

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра сільськогосподарських машин та системотехніки
ім. акад. П.М.Василенка

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан механіко-технологічного факультету

_____ **В.В.Братішко**

(підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад. П.М.Василенка
протокол № 16 від 27 травня 2021 р.

завідувач кафедри _____ Ю.О.Гуменюк

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОПІ Агроінженерія

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання робочих процесів і машин

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність „Агроінженерія”

Факультет механіко-технологічний факультет

Розробник: Розробник: кандидат технічних наук, доцент Смолінський С.В.

Київ – 2021 р.

1. Опис навчальної дисципліни

„Моделювання робочих процесів і машин”

Галузь знань, освітньо-професійна програма, спеціальність, рівень вищої освіти		
Освітньо-професійна програма	Агроінженерія	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)	
Спеціальність	208 „Агроінженерія”	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	I	I
Семестр	1	1,2
Лекційні заняття	30 год.	8 год.
Семінарські/практичні заняття	30 год.	8 год.
Самостійна робота	90 год.	134 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	4 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: вивчення основ моделювання робочих процесів і машин при їх дослідженні та застосування їх результатів при вирішенні відповідних інженерних задач

Завдання: отримати чітке уявлення про процеси виробництва сільськогосподарської продукції та сучасні методи їх дослідження, проектування та удосконалення, а також вміти якісно оцінювати отримані результати моделювання при вирішенні практичних задач.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: існуючі методи моделювання; загальну схему побудови моделі процесу; методологію оцінки адекватності отриманої моделі; аналітичні основи моделювання.

вміти: підібрати вид і скласти схему моделі для конкретного випадку, аналізувати адекватність отриманих моделей, знати аналітичні основи моделювання і вміти застосовувати при цьому прикладні програми для ПК.

Компетентності, які забезпечуються при вивченні дисципліни

Загальні компетентності:

ЗК2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК3 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК5 Здатність працювати в команді

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

СК1 Здатність використовувати управлінські аспекти у межах проблеми діяльності сільськогосподарського виробництва

СК6 Здатність інтегрувати знання механіки, електроніки, комп'ютерного керування, інформаційних технологій та мікроелектроніки до проектування й використання мехатронних систем машин і обладнання сг виробництва

СК8 Здатність використовувати методи управління й планування матеріальних та пов'язаних з ними інформаційних і фінансових потоків на основі системного підходу та економічних компромісів для підвищення конкурентоспроможності підприємств

СК9 Здатність забезпечувати працездатність і справність сільськогосподарської техніки при мінімальних витратах часу, трудових та матеріальних ресурсів. за рахунок використання новітніх технологій технічного обслуговування та ремонту.

СК10 Здатність організувати виробничі процеси аграрного виробництва на принципах систем точного землеробства, ресурсозбереження, оптимального природокористування та охорони природи; використовувати сільськогосподарські машини та енергетичні засоби, що адаптовані до використання у системі точного землеробства

СК11 Здатність до отримання і аналізу інформації щодо тенденцій розвитку аграрних наук, технологій і техніки в агропромисловому виробництві

СК13 Здатність використовувати методи і прийоми обґрунтування та прийняття оптимальних рішень в інженерній діяльності

Програмні результати навчання

ПРН7 Вибирати, мету, предмет та об'єкт досліджень. Формулювати робочу гіпотезу, закономірності. Ставити задачі в наукових дослідженнях. 8.. 9.. 10.. 11. Застосовувати знання уміння та навички для вибору раціонального складу комплексів машин та ефективного його використання. 12.

ПРН8 Обґрунтовувати методи теоретичних та експериментальних досліджень

ПРН9 Створювати фізичні, математичні, віртуальні моделі для вирішення дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських та технологічних задач

ПРН10 Володіти визначеним колом програм та програмних засобів для вирішення фахових питань, особливостями застосування глобальної мережі Інтернет для роботи з різноманітною інформацією

ПРН12 Вибирати машини і обладнання для автоматизації засобами сучасної мехатроніки сільськогосподарського виробництва

ПРН16 Вибирати стратегії на основі детермінованих та ймовірнісних моделей, а також в умовах невизначеності, ризику та багатокритеріальності з урахуванням специфіки сільськогосподарського виробництва

Формування професійних знань про моделі і моделювання робочих процесів і машин, типи моделей та основні етапи моделювання, теоретичні і практичні методологічні основи, методи і об'єкти предмету моделювання технологічних процесів виробництва продукції, економіко-математичні моделі та моделювання технологічних процесів механізмів та машин агропромислового комплексу з використанням персонального комп'ютера

візуальне моделювання													
Тема №6 Інформаційне і візуальне моделювання	15	4	2	2									
За модуль 2		73	14	14			45						
Усього годин		150	30	30			90	150	8	8			134

4. Теми семінарське заняття:

- для денної форми навчання

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступне. Загальні методичні вказівки	2
2.	Семінарське заняття №1. Моделювання робочих процесів ґрунтообробних машин і знарядь	2
3.	Семінарське заняття №2. Моделювання робочих процесів посівних і садильних машин	2
4.	Семінарське заняття №3. Моделювання робочих процесів машин для внесення технологічних матеріалів	2
5.	Семінарське заняття №4. Моделювання робочих процесів машин для збирання зернових культур	2
6.	Семінарське заняття №5. Моделювання робочих процесів льонозбиральних машин	2
7.	Семінарське заняття №6. Моделювання робочих процесів бурякозбиральних машин	2
8.	Семінарське заняття №7. Моделювання робочих процесів картоплезбиральних машин	2
9.	Семінарське заняття №8. Методика побудови математичних моделей руху частинки і твердого тіла по площині	2
10.	Семінарське заняття №9. Методика побудови математичних моделей руху частинки по гравітаційній та циліндричній поверхнях	2
11.	Семінарське заняття №10. Методика побудови математичних моделей руху частинки і твердого тіла по ротаційній та гвинтовій поверхнях	2
12.	Семінарське заняття №11. Методика побудови емпіричних математичних моделей одно- і багатофакторних процесів	2
13.	Семінарське заняття №12. Методика побудови інформаційних моделей	2
14.	Семінарське заняття №13. Прикладні задачі математичного програмування	2
15.	Семінарське заняття №14. Прикладні задачі математичного програмування	2
	Всього	30

- для заочної форми навчання

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Семінарське заняття №1. Методика побудови математичних моделей руху частинки і твердого тіла по поверхні робочих органів машин	2
2.	Семінарське заняття №2. Методика побудови емпіричних математичних моделей одно- і багатofакторних процесів	2
3.	Семінарське заняття №3. Методика побудови інформаційних моделей	2
4.	Семінарське заняття №4. Прикладні задачі математичного програмування	2
5.	Семінарське заняття №5. Прикладні задачі математичного програмування	2
	Всього	10

5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Запитання А (теоретичного характеру)

Поняття «моделювання» і «модель». Класифікація моделей.

Основні властивості моделей. Послідовність побудови моделі.

Поняття подібності. Основні типи подібності.

Критерії подібності. Теореми теорії подібності.

Фізичне моделювання.

Кібернетичні моделі.

Реологічні моделі напружено-деформованого стану матеріалів. Основні прості елементи реологічних моделей.

Реологічні моделі напружено-деформованого стану ґрунтового середовища.

Теорія розмірностей.

Математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Вимоги до математичних моделей.

Побудова моделей руху (за допомогою рівнянь динаміки).

Метод Монте-Карло. Приклад застосування

Алгоритмічне моделювання. Приклад алгоритму у вигляді блок-схеми

Графові моделі і основні їх складові.

Рівняння Колмогорова для моделювання стохастичних процесів.

Теорія системи масового обслуговування.

Марківські випадкові процеси.

Імітаційне моделювання.

Теорія ігор.

Емпіричні математичні моделі.

Економіко-математичні моделі.

Моделювання екологічних систем і процесів.

Моделювання динаміки популяцій.

Задачі математичного програмування.

Запитання Б (прикладного характеру)

Моделювання руху частинки по площині.

Моделювання руху тіла по похилій площині.

Моделювання руху частинки по рухомій поверхні.

Моделювання руху частинки по вгнутій гравітаційній поверхні.

Моделювання руху частинки по опуклій гравітаційній поверхні.

Моделювання руху частинки по зовнішній циліндричній поверхні.

Моделювання руху частинки по внутрішній циліндричній поверхні.

Моделювання руху частинки по ротаційній поверхні.

Моделювання руху частинки по гвинтовій поверхні.

Моделювання процесу за допомогою методу розмірностей.

Побудова функціональної залежності (емпіричної моделі) залежностей $y=y(x)$ по дослідним даним для різних типів функцій (в ПП EXCEL).

Побудова рівнянь регресії (емпіричних моделей) у вигляді полінома 1 і 2 степені (в ПП EXCEL).

Визначення значення функції $y(x)$ при значенні x , що належить інтервалу варіювання x (інтерполяція).

Визначення значення функції $y(x)$ при значенні x , що не належить інтервалу варіювання x (екстраполяція).

Визначення оптимальних значень факторів X_1 і X_2 , якщо критерій оптимізації описується рівнянням:

$$Y(X_1, X_2) = A_0 + A_1 * X_1 + A_2 * X_2 + A_{11} * X_1 * X_1 + A_{22} * X_2 * X_2 + A_{12} * X_1 * X_2.$$

Моделювання транспортування матеріалів (на прикладі транспортної задачі по доставці палива із двох паливних складів у два автопарки).

Моделювання планування виробничої діяльності (на прикладі задачі про поставці продукції із декількох господарств).

Визначення площі фігури неправильної форми (за допомогою методу Монте-Карло).

Рівняння Колмогорова для графа процесу.

6. Методи навчання

Основні методи навчання:

аудиторні заняття:

- лекційні заняття;

- семінарські заняття;

позааудиторна робота:

- самостійна робота

7. Форми контролю

Поточний: поточне опитування, здача завдань

Підсумковий: іспит (письмове тестування із усною співбесідою)

8. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання студентів відбувається згідно положення „Про екзамени та заліки у НУБіП України” від 20.02.2015 р. протокол №6 з табл.

Оцінка національна	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг студента, бали
Відмінно	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100
Добре	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89
	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74-81
Задовільно	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64-73
	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-63
Незадовільно	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	35-59
	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01-34

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$

9. Методичне забезпечення. Лекційні заняття проводяться із використанням мультимедійного обладнання і презентацій по темам. Практичні заняття проводяться в навчальних лабораторіях кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М.Василенка: „Грунтообробних та посівних машин”, „Машин для хімічного захисту рослин та заготівлі кормів” та „Машин для збирання зернових культур та післязбирального обробітку зерна”. При проведенні лабораторних занять рекомендується застосовувати ПК із ПП WORD, ECXEL, MathCAD, MathLab, Mathematica тощо.

10. Рекомендована література

- основна:

Василенко П.М., Погорелый Л.В. Основы научных исследований. К.: Вища школа, 1985, 266 с.

Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем: моделювання, проектування, оптимізація. – Л.: Світ, 2001. – 232 с.

Василенко П.М. Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. – К.: Изд-во УАСХН, 1960.

Василенко П.М., Василенко В.П. Методика построения расчетных моделей функционирования механических систем (машин и машинных агрегатов). – К.: РИО УСХА, 1980.

Василенко П.М. Введение в земледельческую механику. – Киев: Сільгоспосвіта, 1996. – 234 с.

Василенко П.М. О методике механико-математических изысканий при разработке проблем сельскохозяйственной техники. – М.: БТИ ГОСНИТИ, 1962. – 231 с.

Гордеев А.С. Моделирование в агроинженерии. Мичуринск, 2007.

Долгов Н.М. Элементы динамики систем на подвижных деформируемых основаниях. – К.: Техніка, 1996. – 92 с.

Заика П.М. Избранные задачи земледельческой механики. – К., УСХА, 1992. – 512 с.

Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М.: Наука, 1974. - 432 с.

Шакалис В.В. Моделирование технологических процессов. М.: Машиностроение, 1973. - 136 с.

- допоміжна

Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. За ред. Д.Г.Войтюка. – К.: Вища школа, 2005. – 464 с.

Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник За редакцією І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. – 640 с.

Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник. За ред. С.С.Яцуна. - К.: Мета, 2003. – 448 с.

Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування Кн. 1 : Машини для рільництва / П. В. Сисолін, В. М. Сало, В. М. Кропівний. – К.: Урожай, 2001. - 384 с.

Кн. 2 : Машини для рільництва / П. В. Сисолін, Т. І. Рибак, В. М. Сало . - К. : Урожай, 2002. - 364 с.

Робочі процеси і розрахунок сільськогосподарських машин: навч. посіб. / К.І.Шмат та ін. - Херсон : ОЛДІ-плюс, 2004. - 308 с.

Рибарук В.Я. Сільськогосподарські машини: Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів / В.Я.Рибарук, І.І.Ріпка – Львів : ЛДАУ, 1998. – 264 с.

Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е.С.Босой, О.В.Верняев, И.И.Смирнов. – М. : Машиностроение, 1978. – 568с.

Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И.Кленин, В.А.Саун. – М. : Колос, 1980. – 671 с.

Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е.Листопад, Г.К.Демидов, Б.Д.Зонов. – М. : Агропромиздат, 1986. – 688 с.

Моделювання робочих процесів і машин. Методичні вказівки до вивчення дисциплін «Основи наукових досліджень» і «Моделювання робочих процесів і машин» студентами інженерних спеціальностей /С.В.Смолінський, О.В.Ямков/ К.: Видавництво НУБіП України, 2012. – 35 с.

Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем: моделювання, проектування, оптимізація. – Л.: Світ, 2001.

Bell V. Farm machinery. – Ipswich: Oldpond publishing. 2005. – 326 p.

11. Інформаційні ресурси

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1036>

<http://window.edu.ru/resource/532/79532/files/shterenzon.pdf>

<http://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-modelirovaniya-tehnologicheskogo-protsessa>

http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_75835.pdf

http://study.urfu.ru/view/aid/2525/1/Ponomarev_loshkarev.pdf

Сайти вітчизняних та закордонних фахових журналів і збірників праць

12. Теми лекційних занять

- для денної форми навчання

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступна. Загальні відомості з дисципліни	2
2.	Тема №1. Основні положення моделювання систем	4
3.	Тема №2. Основи теорії подібності	4
4.	Тема №3. Математичне моделювання	6
5.	Тема №4. Динамічне моделювання	6
6.	Тема №5. Стохастичне моделювання	4
7.	Тема №6. Інформаційне і візуальне моделювання	4
	Всього	30

- для заочної форми навчання

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Загальні відомості з дисципліни	1
2.	Тема №1. Основні положення моделювання систем	1
3.	Тема №2. Основи теорії подібності	1
4.	Тема №3. Математичне моделювання	2
5.	Тема №4. Динамічне моделювання	2
6.	Тема №5. Стохастичне моделювання	2
7.	Тема №6. Інформаційне і візуальне моделювання	1
	Всього	10

Самостійні роботи

Самостійна робота 1.

Тема: Моделювання механізованих процесів і машин

Мета: отримати ґрунтовні знання по сучасній методології дослідження і моделювання механізованих процесів і машин аграрного виробництва

Завдання 1.

Скориставшись пошуковими системами в мережі Інтернет коротко охарактеризувати метод моделювання і навести його приклад:

- моделювання на основі методу розмірностей;
- емпіричного моделювання;
- статистичного моделювання;
- моделювання на основі методу Монте-Карло;
- аналогового моделювання;
- імітаційного моделювання;
- реологічного моделювання;
- моделювання за допомогою перехідних функцій;
- моделювання на основі математичного програмування;
- техніко-економічного моделювання;
- екологічного моделювання;
- графового моделювання;
- мережевого моделювання;
- ієрархічного моделювання;
- комп'ютерного моделювання;
- геометричного моделювання;
- графічного моделювання;
- алгоритмічного моделювання;
- кібернетичного моделювання;
- фізичного моделювання;

Завдання 2

підготувати реферат (20...25 ст.) на одну із вказаних тем (рекомендується у відповідності до тематики магістерської роботи):

Моделювання процесів:

- Моделювання процесу різання
- Моделювання процесу подрібнювання
- Моделювання процесу змішування
- Моделювання процесу сепарації
- Моделювання процесу

Моделювання взаємодії:

- Моделювання взаємодії корпусу лемішного плуга з ґрунтом
- Моделювання взаємодії дискового робочого органа з ґрунтом
- Моделювання взаємодії культиваторної лапи з ґрунтом
- Моделювання взаємодії дискового сошника з ґрунтом
- Моделювання взаємодії анкерного сошника з ґрунтом
- Моделювання взаємодії різального апарата із стеблом
- Моделювання взаємодії подільника із стеблостоем
- Моделювання взаємодії мотовила із стеблостоем
- Моделювання взаємодії викопувальних робочих органів бурякозбиральних машин із коренеподами

- Моделювання взаємодії гичкозрізувального робочого органу бурякозбиральної машини із гичкою
- Моделювання взаємодії очищувальних робочих органів буяркозбиральних машин із коренеплодами
- Моделювання взаємодії сепарувального робочого органу картоплезбиральних машин із бульбами
- Моделювання взаємодії сортувальних робочих органів картоплесортувалок із бульбами

Моделювання робочого процесу:

- Моделювання робочого процесу розкидного пристрою розкидача гранульованих мінеральних добрив
- Моделювання робочого процесу розкидного пристрою розкидача твердих органічних добрив
- Моделювання робочого процесу катушкового висівного апарата зернової сівалки
- Моделювання робочого процесу пневматичного висівного апарату просапної сівалки
- Моделювання робочого процесу садильного апарату картоплесаджалки
- Моделювання робочого процесу обприскувача
- Моделювання робочого процесу прес-підбирача
- Моделювання робочого процесу подрібнювального пристрою силосозбирального комбайна
- Моделювання робочого процесу молотильного апарата зернозбирального комбайна
- Моделювання робочого процесу системи очистки зернозбирального комбайна
- Моделювання робочого процесу соломоочисника зернозбирального комбайна
- Моделювання робочого процесу насіннеочисної машини

Моделювання операції:

- Моделювання полицевої оранки
 - Моделювання суцільної культивуації
 - Моделювання внесення мінеральних добрив
 - Моделювання внесення органічних добрив
 - Моделювання сівби культур
 - Моделювання садіння культур
 - Моделювання протруювання насіння
 - Моделювання обприскування посівів
 - Моделювання скошування стеблової маси
 - Моделювання пресування стеблової маси
 - Моделювання збирання зернових культур
 - Моделювання збирання картоплі
 - Моделювання збирання картоплі
 - Моделювання збирання овочевих культур
 - Моделювання збирання плодівих культур
- підготувати реферат і доповідь за темою

Самостійна робота 2.

Тема: Прикладні задачі моделювання систем

Мета: отримати ґрунтовні знання поприкладним задачам моделювання систем

Завдання:

Завдання 1. Розв'язати задачу. Частинка масою m (кг) рухається по площині, яка нахилена під кутом α (град.) до горизонту. Визначити швидкість V (м/с), яку матиме частинка в момент сходження із площини, і час спуску t (с), якщо частинка в

початковий момент часу знаходиться у спокої (тобто, без початкової швидкості) на відстані S (м) від точки сходження із похилої площини, а коефіцієнт тертя частинки по матеріалу поверхні площини становить f . Опором середовища знехтуємо.

Завдання 2. За допомогою EXCEL отримати функціональні залежності $Y=U(X)$ для наведених даних по експоненціальній, лінійній, логарифмічній, степеневій та поліноміальній (2 степені) функціям.

Завдання 3. За допомогою EXCEL отримати рівняння регресії 1 і 2 степені для наведених даних

Завдання 4. На основі екстраполяції і інтерполяції визначити значення функцій, які отримані в завданні 3 для відповідних значень $X1$ і $X2$

Завдання 5. Визначити оптимальні значення факторів $X1$ і $X2$ режимів роботи процесу, який описується математичною моделлю у вигляді рівняння $Y=U(X1,X2)$

Завдання 6. Розв'язати транспортну задачу. Нехай існує два парки із технікою, яка обслуговується двома паливними складами. Із першого паливного складу щодня можливим є вивезення $C1$ (т) палива, а із другого складу – $C2$ (т). Щодення потреба у паливі в парках із технікою становить: у першому – $P1$ (т), а у другому – $P2$ (т). Відомо, що вартість транспортування 1 т палива із першого складу в перший парк становить $B11$ (у.о.), із першого складу в другий парк - $B12$ (у.о.), із другого складу в перший парк – $B21$ (у.о.), із другого складу в другий парк – $B22$ (у.о.). Визначити доставку палива із першого складу в перший парк $X11$ (т), із першого складу в другий парк - $X12$ (т), із другого складу в перший парк – $X21$ (т) та із другого складу в другий парк $X22$ (т) із умови мінімальної вартості транспортування палива.

Завдання 7. Розв'язати задачу. Три господарства можуть виділити для продажу $B1$ (т), $B2$ (т) та $B3$ (т) продукції, ціна якої відповідно складає $C1$ (у.о.), $C2$ (у.о.) та $C3$ (у.о.). У господарствах час на завантаження 1 т продукції у транспортний засіб становить відповідно $T1$ (хв.), $T2$ (хв.) і $T3$ (хв.). Три господарства мають сумарний запит на поставку продукції V (т) із обмеженням по часу завантаження T (хв.). Визначити обсяги поставки продукції із першого - $X1$ (т), другого – $X2$ (т) і третього – $X3$ (т) господарств за умови, щоб вартість закупівлі була мінімальною.

Завдання 8. На листку в клітинку побудуйте прямокутник із визначеними розмірами, в середину якої впишіть будь-яку фігуру неправильної форми. Визначити площу цієї фігури неправильної форми із використанням методу Монте-Карло