

Укладач**:**

Калачов Анатолій Трохимович – керівник гуртка «Авіамоделювання» Центру технічної творчості та професійної орієнтації шкільної молоді Дарницького району міста Києва

**Рецензент:**

Морін Олег Леонідович – старший науковий співробітник лабораторії трудового виховання Інституту проблем виховання НАПН України, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

Актуальність навчальної програми пов’язана з тим, що авіамоделізм –  
це поширений вид технічної творчості, одне з найулюбленіших занять юнаків, масовий технічний вид спорту, який допомагає їм наблизитися до  
світу авіації.

Навчальна програма «Авіамоделювання» відповідає запитам суспільства по забезпеченню розвитку напрямів SТЕМ-освіти, реалізується в гуртку науково-технічного напряму спортивно-технічного профілю позашкільної освіти та спрямована на вихованців 10-18 років.

Запропонована навчальна програма розроблена на основі навчальної програми з авіамоделювання, рекомендованої Міністерством освіти і науки України, лист № 1/11-17865 від 11.11.2014 р., до якої внесені зміни та доповнення з урахуванням специфіки освітньої діяльності закладу та багаторічного досвіду роботи педагога.

Метою програми є створення умов для індивідуального розвитку творчого потенціалу вихованців у процесі конструювання та виготовлення авіамоделей.

Основні завдання програми:

- ознайомити вихованців з історією розвитку сучасної авіації;

- ознайомити з різноманітними технічними пристроями, принципами їх будови та застосування;

- навчити розробляти та виготовляти авіаційні технічні пристрої різної складності;  
- навчити виконувати технічні розрахунки та працювати з технічною літературою;  
- виховати культуру праці;

- сприяти всебічному розвитку особистості;

- сприяти свідомому вибору професії та самовизначенню;

- забезпечити зайнятість підлітків у вільний час і підготовку до служби в армії;  
- виховувати патріотизм;

- розвинути творчі здібності;

- сформувати конструкторські вміння та навички;

- закріпити інтерес до занять авіамоделізмом.

Програма передбачає 3 і більше років навчання:

1-й рік - основний рівень –144 год. на рік, 4 год. на тиждень;

2-й рік - основний рівень – 216 год. на рік, 6 год. на тиждень;

3-й рік і наступні - вищий рівень – 360 год. на рік, 10 год. на тиждень.

Навчальна програма побудована лінійним способом: наступний  
навчальний матеріал викладається на основі вже вивченого й у тісному  
взаємозв’язку з ним.

Програма гуртка авіамоделювання має політехнічну спрямованість, поглиблює знання з фізики, креслення, геометрії, трудового навчання, захисту Вітчизни.

Об’єктами роботи гуртка є категорії вільнолітаючих та кордових  
моделей різноманітних класів, радіокерованих та експериментальних  
літаючих моделей, спортивних моделей ракет.

В основу програми покладено принцип особистісно-орієнтованого навчання, що дає можливість враховувати потреби кожного гуртківця, його здібності, вміння, навички та допомагає в повній мірі виявити й розвинути творчий потенціал вихованців. Кожен вихованець будує  
модель за індивідуальним проектом. Робота над моделлю може тривати  
більше одного навчального року і передбачає поетапне виконання робіт для досягнення очікуваних результатів.

Використання проектної технології передбачає розв’язання вихованцем або групою вихованців якої-небудь проблеми; інтегрування знань, умінь із різних галузей науки, техніки та творчості. Навчальне проектування спонукає вихованців до самостійних конструкторських, технологічних рішень при виготовленні деталей та вузлів моделей. Програмою передбачена і дослідницька робота у відповідних секціях МАН.

Цікавими формами організації занять стануть тематичні екскурсії на

виставки технічної творчості та на підприємства авіаційної промисловості, що дасть можливість розширити знання вихованців про сучасне виробництво та конструкції літальних апаратів; конкурси та захисти реальних і фантастичних проектів, вирішення конструкторських задач, участь у конкурсах і виставках науково-технічної творчості.

Теоретичні заняття тісно пов’язані з практичною роботою, що сприяє засвоєнню базових знань та їх застосуванню на практиці. Важливе місце в практичній роботі гуртка надається проведенню льотних випробувань моделей, тренувальних запусків та участі у змаганнях, що є певним підсумком роботи гуртка.

Заняття в гуртку сприяють вихованню любові до України; розумінню її  
значення як авіаційної та космічної держави в світовому співтоваристві;  
громадянському самоствердженню.

До програми гуртка додано перелік обладнання й інструментів, потрібних для організації роботи; орієнтовну тематику лекцій і бесід про авіацію (Додаток 1); бібліографію.

За даною програмою можуть проводитися заняття в групах індивідуального навчання, які організовуються відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах.

Програма є орієнтовною. Керівник гуртка може вносити зміни й доповнення в зміст програми та розподіл годин за темами, враховуючи інтереси вихованців, ступінь засвоєння ними матеріалу.

**Основний рівень, перший рік навчання**

**НАВЧАЛЬНО - ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Тема | Кількість годин | | |
| теоретичних | практичних | усього |
| 1. | Вступ | 2 | - | 2 |
| 2. | Теоретичні основи польоту літаючих моделей | 2 | - | 2 |
| 3. | Матеріали та інструменти для виготовлення моделей | 2 | 6 | 8 |
| 4. | Технологія виготовлення літаючих моделей | 2 | 4 | 6 |
| 5. | Авіамодельні двигуни. Гумовий двигун для літаючих моделей | 2 | 4 | 6 |
| 6. | Моделі найпростіших паперових планерів | 4 | 16 | 20 |
| 7. | Моделі літальних апаратів, важчих за повітря | 8 | 44 | 52 |
| 8. | Регулювальні та тренувальні запуски моделей | 4 | 20 | 24 |
| 9. | Основи технічної творчості.  Конкурси, змагання з авіамодельного спорту | 2 | 20 | 22 |
| 10. | Підсумок | - | 2 | 2 |
|  | Разом | **28** | **116** | **144** |

**ЗМІСТ ПРОГРАМИ**

1. **Вступ (2 год.)**

*Теоретична частина.* Відомості з історії розвитку авіації та авіамоделізму. Авіамоделізм – технічний вид спорту. Знайомство з історією гуртка, показ моделей літаків, планерів, повітряних зміїв. Програма гуртка на навчальний рік. Умови роботи гуртка. Правила безпеки.

1. **Теоретичні основи польоту літаючих моделей (2 год.)**

*Теоретична частина.* Елементарні відомості з аеродинаміки. Відомості про повітря, його основні властивості. Рух тіл у повітрі, сила опору, що виникає при різних формах тіла. Підйомна сила та центр ваги тіла. Пікірування та кабрування.

1. **Матеріали та інструменти для виготовлення моделей (8 год.)**

*Теоретична частина.* Матеріали, що застосовуються в  
авіамоделюванні. Вимоги до матеріалів для літаючих моделей. Поняття про  
міцність. Поняття про обробку матеріалів.

Деревина. Застосування й обробка деревини. Будова деревини, її  
недоліки та дефекти. Породи деревини, що застосовуються в  
авіамоделюванні. Матеріали з деревини: пиломатеріали, рейки, шпон,  
фанера, їх застосування в авіамоделюванні.

Гума. Напівфабрикати з вулканізованої гуми: листи, стрічки, нитки, їх  
призначення. Сорти авіамодельних гум для гумових моторів, їх  
характеристики.

Папір. Види паперу: цигарковий, калька, конденсаторний, ватман,  
мікалентний. Їх застосування та призначення.

Нитки. Види ниток: швацькі, синтетичні.

Синтетичні плівки. Види синтетичних плівок: поліетиленові,  
триацетатні, лавсанові.

Клей та технологія склеювання. Фізико-хімічні основи склеювання. Адгезія. Види клеїв. Клеї, що сохнуть та клеї, що полімеризуються. Технологія підготовки поверхонь, технологія склеювання. Вибір клею. Правила безпечної роботи з клеями.

Контрольно-вимірювальні інструменти: лінійка, косинець, транспортир.

Інструменти для столярних робіт: ножі (шевські, модельні, скальпелі),  
лобзики, рубанки, ножівки, шліфувальні бруски.

Інструменти для обпилювання: рашпілі, напилки, надфілі. Затискачі.  
Струбцини малі, шпильки (голки).

Інструменти для свердління: спіральні свердла, ручні дрилі.  
Інструменти для монтажу: викрутки монтажні, молотки, пінцети,  
плоскогубці, круглогубці, гострогубці (бокові, монтажні), ключі гайкові  
(звичайні).

*Практична частина.* Обробка деревини. Розмічання. Відпрацьовування способів та видів обробки деревини та матеріалів з неї: стругання, пиляння, шліфування.

1. **Технологія виготовлення літаючих моделей (6 год.)**

*Теоретична частина.* Технологія обробки паперу, картону, фанери та  
деревини. Відомості про порядок виготовлення моделей, послідовність  
роботи. Способи контролю за правильністю виготовлення окремих деталей  
моделі за шаблонами. Організація робочого місця. Зберігання деталей та  
вузлів моделей.

*Практична частина.* Виготовлення найпростіших літаючих моделей за  
шаблонами.

1. **Авіамодельні двигуни. Гумовий двигун для літаючих моделей (6 год.)**

*Теоретична частина.* Авіаційні двигуни. Типи авіамодельних двигунів.  
Технологія виготовлення гумового двигуна для літаючих моделей. Вибір й обробка гуми. Допоміжні пристрої й умови зберігання.

*Практична частина.* Виготовлення гумового двигуна для літаючих  
моделей.

1. **Моделі найпростіших паперових планерів (20 год.)**

*Теоретична частина.* Паперові літаючі моделі (літаюче крило, парашут, повітряний змій, планер, літак). Поняття про підйомну силу. Поняття про центровку моделі. Технологія виготовлення найпростіших паперових моделей. Планер, його основні частини (фюзеляж, крила, стабілізатор, кіль). Правила регулювання і запуску моделі.

*Практична частина.* Досліди з встановлення центра ваги літаючої моделі. Виготовлення найпростіших моделей паперових планерів. Регулювання і запуск моделей.

1. **Моделі літальних апаратів, важчих за повітря (52 год.)**

*Теоретична частина.* Основні типи літальних апаратів:  
планер, літак, вертоліт. Способи створення підйомної сили. Крило,  
несучий гвинт. Поняття про двигун і рушій. Створення підйомної сили плоскої пластинки. Нахили несучих поверхонь до зустрічного потоку повітря як одна з умов створення підйомної сили. Залежність підйомної сили від площі несучих  
поверхонь та швидкості польоту.

Моделі повітряних зміїв. Повітряний змій – найдавніший літальний  
апарат. Застосування повітряних зміїв київським князем Олегом під час  
взяття Царграда (906 р.). Повітряні змії в стародавньому Китаї. Застосування  
повітряних зміїв М. В. Ломоносовим під час роботи з визначення природи  
блискавки та дослідження верхніх шарів атмосфери. Робота винахідника  
радіо О. С. Попова із зміями-антенами. Підйом на повітряному змії  
винахідника першого у світі літака О. Ф. Можайського. Види повітряних  
зміїв (плоскі, коробчасті, спеціальних форм), їх будова. Плоскі повітряні змії. Будова: несучі поверхні (каркас, обшивка), хвіст,  
вуздечка, леєр. Залежність підйомної сили від площі, кута атаки та сили  
вітру. Пристрій для запуску змія. Технологія виготовлення плоских  
прямокутних та фігурних зміїв.

Моделі парашутів. Ідея створення парашута. Г. Є. Котельников та його  
досліди з першим у світі ранцевим парашутом у 1911 році. Призначення  
парашута. Будова сучасного парашута: купол, стропи, ранець, витяжний  
парашутик. Типи парашутів: рятувальний, вантажний, спортивний,  
тренувальний. Причини повільного спускання парашута. Опір повітря під час  
спускання парашута. Купол парашута. Форма тіла з найбільшим опором.  
Види моделей парашутів: складані, саморозкривні, з самоспуском тощо.  
Технологія виготовлення моделі парашута.

Кімнатні моделі для початківців. Вільнолітаючі моделі нечемпіонатних  
класів: F–1–N (кімнатний метальний планер) і F–1–M (мікромодель літака),  
схематичні літаючі моделі. Бальзові (пінопластові) моделі  
планерів і літаків. Загальне поняття про основні частини планера, літака та їх  
моделей. Руль висоти й руль повороту, їх принцип дії. Техніка запуску моделей. Правила проведення змагань.

Схематичні моделі планера та літака. Технологія виготовлення дерев’яних рейок невеликого перерізу, крила, лонжеронів і нервюр.

*Практична частина.* Виготовлення плоского повітряного змія: виготовлення каркаса, обшивки, кріплення хвоста, вуздечки, леєра.  
Регулювання змія: підбір довжини та маси хвоста, кута атаки. Запуски змія.  
Визначення швидкості вітру за місцевими ознаками. Визначення кута стояння та висоти польоту. Гурткові змагання.

Виготовлення парашута: виготовлення шаблонів та викроювання полотнищ купола, склеювання або зшивання купола, виготовлення та кріплення строп на куполі, виготовлення та кріплення вантажу. Запуски парашута з рук, з гумовим пуском, із змія (доставка до змія за допомогою «поштаря»). Регулювання швидкості спускання за допомогою зміни маси вантажу.

Ознайомлення зі зразком готової вільнолітаючої моделі, її кресленням. Виготовлення моделей: креслення за шаблонами чи клітинками деталей моделі, вирізування, складання та регулювання моделей класів F–1–N та F–1–M. Запуск моделей. Проведення гурткових змагань.

Виготовлення схематичних моделей. Обробка деталей за розміткою та шаблонами: рейки-фюзеляжу, вантажу, крил і стабілізатора, пілона, нервюр, заокруглень кінців крил, кіля. Звіряння форм і розмірів заготовлених частин моделі з робочими кресленнями. Скріплення рейки-фюзеляжу з вантажем. Складання кіля, стабілізатора. Складання крила. Перевірка точності встановлення нервюр і рівності установочних кутів обох половин крила. Обтягування крила, стабілізатора та кіля цигарковим папером або плівкою. Складання моделі.

Виготовлення повітряного гвинта та підшипника до нього.  
Виготовлення гумового двигуна та встановлення його на модель. Визначення  
центра ваги фюзеляжу з встановленим на ньому повітряним гвинтом,  
хвостовим оперенням та гумовим двигуном.

1. **Регулювальні та тренувальні запуски моделей (24 год.)**

*Теоретична частина.* Геометричні і вагові параметри  
моделі. Правила регулювання встановлюваних кутів атаки, балансування та  
центрування моделі. Способи усунення виявлених недоліків. Різновиди тренувальних запусків.

*Практична частина.* Регулювання схематичної моделі планеру та  
літака на планерування. Тренувальні запуски моделі з рук на дальність польоту та точність приземлення. Запуски моделі з леєром. Запуск з  
неповністю закрученим гумовим двигуном і з’ясування характеристик  
моторного польоту. Виправлення недоліків. Запуск моделі з повністю  
закрученим гумовим двигуном, регулювання моделі. Гурткові змагання.

1. **Основи технічної творчості. Конкурси, змагання з авіамодельного спорту (22 год.)**

*Теоретична частина.* Роль винахідників і раціоналізаторів у розвитку  
науки та техніки. Видатні українські конструктори та вчені О. К. Антонов, С.  
П. Корольов й їх вклад у світову науку. Правила роботи з довідковою та спеціальною літературою. Бесіди з історії розвитку авіації в Україні й  
у світі. Ознайомлення з елементами творчого вирішення конструкторських  
задач. Поняття про творчі проекти. Умови змагань з авіамодельного спорту.

*Практична частина.* Вирішення найпростіших конструкторських задач за допомогою методів теорії вирішення винахідницьких задач (мозковий штурм, нарада піратів, пошук аналогів рішення та інших). Побудова технічних малюнків і креслень моделей.

Розробка та захист фантастичного проекту  
літального апарата. Участь у конкурсах і масових заходах навчального закладу. Підготовка та участь у виставках технічної творчості. Участь у районних змаганнях з авіамодельного спорту.

1. **Підсумок (2 год.)**

*Практична частина.* Підведення підсумків роботи гуртка за навчальний рік. Виставка кращих робіт з аналізом роботи кожного гуртківця. Нагородження кращих гуртківців. Показові запуски моделей.

**ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ**

*Вихованці мають знати:*

* правила безпеки праці в приміщенні гуртка та в механічній  
  майстерні;
* порядок організації й обладнання робочого місця;
* відомості про історію авіації, космонавтики й авіамоделізму;
* властивості повітря, підйомну силу та центр ваги тіла;
* типи літальних апаратів; побудову креслення, виготовлення моделей за кресленням;
* властивості паперу та пінопласту, технологію роботи з папером і  
  пінопластом, склеювання паперу та пінопласту;
* властивості пиломатеріалів і порід дерев, які використовуються для  
  виготовлення авіамоделей;
* різновиди вимірювальних і розмічальних інструментів,  
  пристроїв для пиляння деревини, фанери, пінопласту, для  
  обпилювання та шліфування, для поперечного та повздовжнього  
  пиляння деревини, для стругання, свердління отворів;
* будову свердлильного, токарного та фрезерного верстатів;
* прийоми й елементи вирішення винахідницьких задач;
* правила безпеки при запуску авіамоделей та моделей ракет;
* порядок регулювання моделі планера;
* порядок запуску вільнолітаючих моделей.

*Вихованці мають вміти:*

* організовувати робоче місце;
* наносити розмічальні лінії; за кресленням моделі, обирати необхідні матеріали для її виготовлення;
* визначати порядок виготовлення окремих елементів моделі,  
  виготовляти й обробляти вироби з пінопласту, виготовляти модель  
  або окремі елементи моделі з паперу та пінопласту;
* виконувати поперечне та поздовжнє пиляння, свердління отворів  
  деталей моделі, застосовуючи токарний та фрезерний верстат;
* виконувати з`єднання деталей, застосовуючи склеювання;
* виготовляти окремі елементи з дроту та тонколистового металу;
* проектувати та виготовляти схематичну модель планера та літака;
* проектувати, виготовляти та запускати вільнолітаючі моделі;
* вирішувати найпростіші конструкторські задачі.

*Вихованці мають набути досвід:*

* роботи з різними інструментами;
* практичних навичок у проектуванні авіамоделей різного функціонального призначення, їх регулювання та запуску;
* оволодіння технологіями виготовлення різних класів моделей за  
  кресленнями та власної конструкції й їх експлуатації.

**Основний рівень, другий рік навчання  
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Тема | Кількість годин | | |
| теоретичних | практичних | усього |
| 1. | Вступ | 3 | - | 3 |
| 2. | Аеродинаміка літаючих моделей,  основи авіамодельної метеорології | 3 | 9 | 12 |
| 3. | Авіамодельне матеріалознавство й інструменти для виготовлення моделей | 3 | 3 | 6 |
| 4. | Технологія виготовлення літаючих моделей | 3 | 12 | 15 |
| 5. | Проектування та виготовлення вільнолітаючих моделей нечемпіонатних класів | 6 | 54 | 60 |
| 6. | Проектування та виготовлення кордових контурних моделей | 6 | 48 | 54 |
| 7. | Авіамодельні двигуни | 3 | 15 | 18 |
| 8. | Правила проведення та участі у змаганнях із авіамодельного спорту | 3 | 3 | 6 |
| 9. | Регулювальні та тренувальні запуски моделей і участь у змаганнях | 3 | 21 | 24 |
| 10. | Моделі ракет | 3 | 12 | 15 |
| 11. | Підсумок | - | 3 | 3 |
|  | Разом | **36** | **180** | **216** |

**ЗМІСТ ПРОГРАМИ**

1. **Вступ (2 год.)**

*Теоретична частина.*

Відомості з історії розвитку авіації й авіамоделювання. Значення авіації  
в розвитку суспільства та народного господарства України.

Авіамоделізм – технічний вид спорту. Категорії авіамоделей: вільнолітаючі, кордові, радіокеровані, моделі копії, вертольоти. Категорії  
сучасних спортивних авіамоделей: вільнолітаючі, кордові і радіокеровані.  
Демонстрування готових зразків моделей.

Правила проведення змагань. Спортивні розряди та нормативи.  
Порядок роботи гуртка. Обговорення річного плану роботи. Техніка  
безпеки під час роботи в гуртку. Організаційні питання.

1. **Аеродинаміка літаючих моделей, основи авіамодельної метеорології (12 год.)**

*Теоретична частина.* Поняття про аеродинаміку як науку. Вплив форми тіла на характер обтічності. Поняття про ламінарний, турбулентний та  
межовий шар. Закон Бернуллі. Рух пластини у повітрі. Виникнення  
підйомної сили, кут атаки.

Профіль крила. Особливості обтічності крила.  
Аеродинамічні та геометричні характеристики крила. Розмах,  
звуження, подовження, хорда, кут поперечного «V» та площа крила. Форми  
крила у плані, стрілоподібність. Авіамодельні профілі крила, вибір профілю.

Поняття про аеродинамічні коефіцієнти Сx і Сy та критичні кути атаки  
профілю.

Поняття про метеорологію як науку. Погода, прилади для її  
визначення: барометри, термометри, психрометри, анемометри.

Хмари, їх різновиди. Конвекція та турбулентність атмосфери. Термічні  
висхідні та низхідні потоки, умови їх утворення.  
Відомості про погоду, необхідну для запусків моделей.

*Практична частина.* Побудова профілю крила за допомогою таблиць.  
Розрахунки параметрів моделі планера. Визначення метеорологічних  
умов для запуску моделей.

1. **Авіамодельне матеріалознавство й інструменти для виготовлення  
   моделей (6 год.)**

*Теоретична частина.* Метали та сплави, їх застосування й обробка.  
Загальні властивості металів. Фізико-механічні та технологічні властивості.

Сталь. Види сталі: конструкційні, вуглецеві, інструментальні.

Алюміній та алюмінієві сплави. Види алюмінієвих сплавів, їх фізикомеханічні властивості.

Припаї. Види припаїв: твердий і м’який. Флюси. Застосування припаїв  
і флюсів Механічна обробка металів різанням: розпилювання, свердління,  
точіння, фрезерування та шліфування.

Контрольно-вимірювальні інструменти: штангенциркуль, кутомір,  
мікрометр.

Різці товарні: прохідні, підрізні, відрізні, розточувальні. Правила  
безпеки при роботі в майстерні на верстатах.

*Практична частина.* Робота на токарному верстаті. Виготовлення  
авіамодельного ножа.

1. **Технологія виготовлення літаючих моделей (15 год.)**

*Теоретична частина.* Технологія заготівельних робіт. Правила виготовлення дерев’яних рейок невеликого перерізу: лонжеронів, кромок, стрингерів (для набірних конструкцій), виготовлення нервюр у пакеті (сталого та змінного перерізу).

Технологія обробки деталей за розмітками та шаблонами та виготовлення деталей з листового металу. Технологія обробки деталей на металообробних верстатах: свердлильних, токарних, фрезерних і заточувальних.

Технологія складальних робіт - складання несучих поверхонь моделей за кресленням й у стапелі, складання фюзеляжів, складання та встановлення систем керування. Шасі, паливний бачок, таймерний механізм. Складання втулок моделей гумовим двигуном. Перевірка стиковки  
деталей моделі та встановлюючих кутів.

Технологія обтягування моделей спеціальним папером, тканиною, синтетичними плівками.

Технологія оздоблювальних робіт: нанесення написів й обробка за трафаретом, декалькоманія. Оздоблення моделі.

*Практична частина.* Виготовлення дерев’яних рейок невеликого перерізу: лонжеронів, кромок, стрингерів. Виготовлення нервюр у пакеті.  
Обробка деталей за розмітками та шаблонами.

1. **Проектування та виготовлення вільнолітаючих моделей нечемпіонатних класів (60 год.)**

*Теоретична частина.* Вільнолітаючі моделі: планер класу F–1–H  
формули А–1, модель класу F–1–G з гумовим двигуном, таймерна модель  
F–1–P з мікродвигуном об’ємом до 1,5 см3. Схеми моделей, статистичні дані,  
основні напрями їх розвитку. Параметри моделей. Профілі та форми крила у  
плані. Аеродинаміка крила. Форми фюзеляжів, конструктивні особливості.  
Хвостове оперення.

Стійкість при буксируванні на леєрі та у вільному польоті.  
Конструкція. Матеріали, що застосовуються; вагові характеристики  
деталей, вузлів та агрегатів.

*Практична частина.* Виконання робочих креслень моделей.  
Виготовлення рейок для лонжеронів, кромок, стрингерів. Вирізування  
нервюр крила й оперення. Складання центроплану та «вушок». 3’єднування  
«вушок» з центропланом. Виготовлення, приклеювання та доопрацювання  
кінцівок крила. Доопрацювання крила за профілем.

Виготовлення вузлів кріплення крила. Виготовлення деталей  
фюзеляжу. Випилювання носика, шпангоутів. Виготовлення баласту, штирів,  
буксирувального гачка, обмежувача відхилення стабілізатора та руля  
повороту.

Виготовлення гвинтів для моделей з гумовим двигуном та таймерних  
моделей. Виготовлення втулки, моторної рами та паливного бачка.  
Складання моделей. Перевірка встановлювальних кутів і геометричних  
параметрів моделей. Фарбування та пресування паперу. Обтягування та лакування моделей.

Використання сучасних матеріалів для обтягування й оздоблення моделей. Виготовлення стартових пристосувань.

1. **Проектування та виготовлення кордових контурних моделей**

**(54 год.)**

*Теоретична частина.* Кордові моделі: швидкісна модель класу F–2–A,  
пілотажна модель класу F–2–B, гоночна модель класу F–2–C, модель-напівкопія класу F–4–B. Схеми моделей, статистичні дані. Основні напрями в розвитку кордових моделей. Параметри моделей. Профілі крил. Особливості систем керування та силових установок. Вимоги до двигунів, повітряних гвинтів, паливних систем, шасі. Конструкції фюзеляжів.

*Практична частина.* Виконання робочих креслень моделей.  
Виготовлення рейок для лонжеронів, кромок, стрингерів. Вирізування  
нервюр крила, оперення, шпангоутів, кінцівок. Виготовлення закрилків, щитків, елеронів. Складання крила, встановлення механізації та систем керування.  
Виготовлення оперення, рулів висоти та повороту, навішування рулів.  
Виготовлення фюзеляжу, моторної рами. Вклеювання моторної рами та  
монтаж шасі.

1. **Авіамодельні двигуни (18 год.)**

*Теоретична частина.* Гумові двигуни для літаючих моделей  
чемпіонатних класів. Фізико-механічні властивості гуми. Авіамодельні гуми  
та їх характеристики. Обробка гумового мотора. Зберігання та особливості  
експлуатації. Двигуни внутрішнього згоряння. Будова двотактних авіамодельних двигунів. Принцип роботи двигуна. Паливні суміші. Порядок їх  
приготування та зберігання. Правила експлуатації авіамодельних двигунів.

*Практична частина.* Відпрацювання навичок запуску та регулювання  
авіамодельних двигунів. Проведення вимірювань частоти обертання двигуна  
за допомогою тахометра.

1. **Правила проведення та участь у змаганнях із авіамодельного спорту (6 год.)**

*Теоретична частина.* Правила змагань для моделей чемпіонатних  
класів та для моделей нечемпіонатних класів. Положення про змагання.  
Права й обов’язки учасників змагань. Правила безпеки. Перша медична допомога.

*Практична частина*. Вибір майданчика для запуску вільнолітаючих  
моделей. Забезпечення безпеки при запуску кордових моделей. Відпрацювання правил поводження на кордодромі й аеродромі, прийомів надання першої медичної допомоги.

1. **Регулювальні та тренувальні запуски моделей і участь у змаганнях (24 год.)**

*Теоретична частина*. Правила запуску вільнолітаючих моделей з рук, із   
леєра; моделей з гумовим двигуном; таймерної моделі з рук без запуску двигуна. Геометричні та вагові параметри моделей, установочні кути й  
балансування, центрування. Поняття про таймерний механізм. Комплекс фігур вищого пілотажу. Робота механіків по обслуговуванню моделі під час змагань. Робота екіпажів у класі гоночних моделей.

*Практична частина*. Відпрацювання запуску вільнолітаючих моделей з рук, із леєра; моделей з гумовим двигуном (на неповну потужність), таймерної моделі з рук без запуску двигуна. Доводка моторного польоту, регулювання установочних кутів крила та стабілізатора, осі нахилу втулки повітряного гвинта. Доводка польоту з віражем. Запуск двигуна на моделі, регулювання режимів роботи. Перевірка роботи таймерного механізму. Пробні запуски моделі. Запуски кордових моделей. Встановлення режиму роботи двигуна.  
Відпрацювання старту. Тренувальні польоти на аеродромі та кордодромі. Польоти у парі або трійці в класі гоночних моделей.  
Підготовка та участь у змаганнях.

1. **Моделі ракет (15 год.)**

*Теоретична частина*. Принцип реактивного руху. Будова, устрій та  
призначення ракет. Історія ракетобудування. Космонавтика. Україна –  
потужна космічна держава. Ракетомодельний спорт. Правила з ракетомодельного спорту. Вимоги до моделей ракет. Сили, які діють на модель ракети у польоті. Матеріали, які застосовуються для виготовлення моделей ракет. Модельні ракетні двигуни (МРД). Техніка безпеки при виготовленні та запуску моделей ракет.Поняття про дистанційний запуск.

*Практична частина*. Виготовлення моделі ракети зі стрічкою класу S–  
6–A. Виготовлення корпусу, стабілізаторів, головного обтічника, стрічки для  
спуску моделі. Складання та регулювання моделі, її оздоблення. Підготовка МРД і встановлення його на модель. Запуски моделей ракет.

1. **Підсумок (3 год.)**

*Практична частина*. Підведення підсумків роботи гуртка за рік. Відзначення кращих вихованців. Показові виступи.

**ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ**

*Вихованці мають знати:*

* правила безпеки праці в приміщенні гуртка та в механічній  
  майстерні;
* порядок організації й обладнання робочого місця;
* властивості повітря, підйомну силу та центр ваги тіла;
* типи літальних апаратів;
* побудову креслення, виготовлення моделей за кресленням, порядок виготовлення моделей;
* властивості паперу та пінопласту, технологію роботи з папером і  
  пінопластом, склеювання паперу та пінопласту;
* властивості пиломатеріалів і порід дерев, які використовуються для  
  виготовлення авіамоделей;
* властивості металів і пластмас, технологію обробки металів і  
  пластмас;
* різновиди вимірювальних і розмічальних інструментів, інструментів і пристроїв для пиляння деревини, фанери, пінопласту, для обпилювання та шліфування, для поперечного та повздовжнього пиляння деревини, для стругання, для свердління отворів, для обробки металів на токарному верстаті;
* будову свердлильного, токарного та фрезерного верстатів;
* правила безпеки при запуску авіамоделей та моделей ракет;
* порядок регулювання моделі планера;
* порядок запуску вільнолітаючих, кордових моделей та моделей  
  ракет.

*Вихованці мають вміти:*

* організовувати робоче місце;
* виготовляти моделі за кресленням, обирати необхідні матеріали для їх виготовлення;
* виготовляти модель або окремі елементи моделі з паперу та  
  пінопласту;
* виконувати поперечне та поздовжнє пиляння, свердління отворів,  
  деталей моделі, застосовуючи токарний та фрезерний верстат,  
  з’єднання деталей, застосовуючи склеювання;
* виготовляти окремі елементи з дроту та тонколистового металу;
* проектувати та виготовляти схематичну модель планера та літака;
* проектувати, виготовляти та запускати вільнолітаючі та кордові  
  моделі літаків, моделі ракет.

*Вихованці мають набути досвід:*

* виготовлення різних класів моделей за кресленнями;
* виготовлення власної конструкції і її експлуатації;
* у проектуванні авіамоделей різного функціонального призначення, їх регулювання та запуску;
* роботи з різними інструментами.

**Вищий рівень, перший і наступні роки навчання**  
**НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Тема | Кількість годин | | |
| теоретичних | практичних | усього |
| 1. | Вступ | 3 | - | 3 |
| 2. | Аеродинаміка літаючих моделей | 12 | 6 | 18 |
| 3. | Авіамодельне матеріалознавство | 6 | 9 | 15 |
| 4. | Технологія виготовлення літаючих моделей | 12 | 9 | 21 |
| 5. | Авіамодельні двигуни | 6 | 18 | 24 |
| 6. | Проектування та виготовлення моделей за вибором | 30 | 120 | 150 |
| 7. | Радіокеровані моделі | 18 | 54 | 72 |
| 8. | Регулювальння моделей, тренувальні запуски. Правила провелення змагань і участь у змаганнях | 12 | 42 | 54 |
| 9. | Підсумок | - | 3 | 3 |
|  | Разом | **99** | **261** | **360** |

**ЗМІСТ ПРОГРАМИ**

1. **Вступ (3 год.)**

*Теоретична частина*. Аналіз роботи гуртка за минулий рік. Ознайомлення з планом роботи гуртка на навчальний рік. Організаційні питання. Інструктаж з правил безпеки. Авіація та космонавтика на сучасному етапі науки і техніки. Спортивні класи моделей. Перспективи розвитку авіації. Значення та можливості використання літаючих моделей.

1. **Аеродинаміка літаючих моделей (18 год.)**

*Теоретична частина.* Поняття про аеродинаміку як науку. Елементарні відомості з аеродинаміки. Повітря й опір тіл, що рухаються в ньому. Обтічна форма для твердого тіла. Залежність опору від форми тіла.  
Вплив форми тіла на характер обтічності. Поняття про ламінарний,  
турбулентний та межовий шар. Закон Бернуллі. Рух пластинки у повітрі.  
Виникнення підйомної сили, кут атаки. Профіль крила. Особливості  
обтічності крила. Аеродинамічні труби. Призначення та застосування аеродинамічних труб. Труби високих та малих швидкостей. Схема та будова аеродинамічних труб.

Продувні моделі. Поняття про критерії подібності. Аеродинамічні та геометричні характеристики. Розмах, звуження, видовження, хорда, кут поперечного «V» та площа крила. Форми крила у плані. Стрілоподібність. Крилові авіамодельні профілі, застосування, вибір профілю. Поняття про аеродинамічні коефіцієнти Сx і Сy та критичні кути атаки профілю. Поляра й якість крила. Льотні характеристики. Політ моделі. Умови горизонтального сталого прямолінійного польоту. Планерування. Політ з набором висоти, траєкторія польоту. Стійкість. Поняття про стійкість. Поздовжня та бокова стійкість, роль оперення. Балансування. Коефіцієнти стійкості. Врахування  
особливостей моделей.

Аеродинамічні схеми. Класична схема, «качка», «літаюче крило».  
Розміщення крила й оперення. Поняття про інтерференцію частин моделі.  
Повітряні гвинти. Форми гвинтів. Аеродинамічні та геометричні  
характеристики гвинтів. Поняття про легкий, важкий й оптимальний гвинт.  
Класифікація гвинтів.

*Практична частина.* Розрахунок геометричних параметрів моделі  
планера та кордової моделі літака. Побудова профілю крила та  
стабілізатора. Розрахунок параметрів гвинта. Виготовлення гвинта. Відпрацювання способів побудови перетину гвинта. Виготовлення шаблонів крила. Визначення коефіцієнта корисної дії гвинта. Підбір гвинта для двигуна.

1. **Авіамодельне матеріалознавство (15 год.)**

*Теоретична частина.* Метали та сплави, їх застосування й обробка.  
Загальні властивості металів. Фізико-механічні та технологічні властивості.

Сталь. Види сталі: конструкційні, вуглецеві, інструментальні.  
Алюміній й алюмінієві сплави. Види алюмінієвих сплавів, їх фізикомеханічні властивості.

Припаї. Види припаю: твердий та м’який. Флюси. Застосування  
припоїв і флюсів.

Механічна обробка металів різанням: пиляння, свердління, точіння,  
фрезерування та шліфування.

Контрольно-вимірювальні інструменти: штангенциркуль, кутомір,  
мікрометр. Різці товарні: прохідні, підрізні, відрізні, розточувальні. Правила  
безпеки під час роботи в майстерні на верстатах.

Склопластики. Фізико-механічні властивості. Застосування.  
Наповнювачі та зв’язувачі. Формування виробів із склопластиків.  
Склеювання склопластиків з іншими матеріалами.

Гума. Сира та вулканізована гума. Напівфабрикати з вулканізованої  
гуми: листи, стрічки, нитки, їх призначення. Сорти авіамодельних гум для  
гумових двигунів; їх характеристики. Вироби для моделей з вулканізацією  
сирої гуми. Пристрої та способи вулканізації. Вулканізація в лабораторних  
умовах.

Тканина. Натуральні та синтетичні тканини, що застосовуються в  
авіамоделізмі. Призначення та вимоги до них.

Папір. Види паперу. Застосування та призначення.

Синтетичні плівки. Види синтетичних плівок: поліетиленові,  
триацетатні, лавсанові. Застосування та призначення.

Способи обробки. Клей та технологія склеювання. Фізико-хімічні основи склеювання. Адгезія. Види клеїв. Клеї, що сохнуть, та клеї, що полімеризуються.  
Технологія підготовки поверхонь, технологія склеювання. Міцність клейових  
з’єднань. Вибір клею. Правила безпеки під час роботи з клеєм.

Лакофарбові матеріали. Захисні та декоративні покриття. Види  
лакофарбових матеріалів: шпаклівка, ґрунти, фарби, лаки. Технологія  
нанесення покриття. Правила безпеки під час роботи з лакофарбовими  
матеріалами. Лакофарбові матеріали, що застосовуються в практиці  
авіамоделізму.

*Практична частина*. Відпрацьовування прийомів токарної обробки. Заточування різців. Заточування фрез. Відпрацьовування прийомів фрезерування, хімічного фрезерування. Обробка шліфуванням. Робота з полірувальними кругами та пастами. Притирання, пристосування.

1. **Технологія виготовлення літаючих моделей (21 год.)**

*Теоретична частина.* Поняття про технологію виготовлення літаючих  
моделей. Технологія заготівельних робіт. Алгоритм виготовлення дерев’яних  
матриць і пуансонів для формування виробів. Технологія виготовлення  
деталей з листового металу. Відомості про формування пластмасових  
деталей. Правила обробки на металорізальних верстатах: токарних, фрезерних,  
свердлильних.

Технологія складальних робіт. Технологія складання фюзеляжів  
(набірні конструкції, монококові тощо). Технологія паяння бачків, шасі й  
інших виробів. Технологія складання втулок моделі з гумовим двигуном.  
Технологія виготовлення повітряних гвинтів. Технологія оздоблювальних робіт: шпаклювання, ґрунтування, фарбування моделей синтетичними лакофарбовими матеріалами. Нанесення написів й оздоблення моделі за трафаретами та деколями.

*Практична частина.* Паяння бачка, шасі й інших деталей. Оздоблення  
моделі: ґрунтування, шпаклювання, фарбування, лакування, виготовлення  
трафаретів. Нанесення написів і малюнків на модель.

1. **Авіамодельні двигуни (24 год.)**

*Теоретична частина.* Способи одержання тяги для польоту моделі.  
Силові установки. Повітряний гвинт, як рушій. Гвинтомоторні групи.  
Реактивні двигуни. Типи реактивних авіамодельних двигунів. Модельні  
ракетні двигуни (МРД). Принцип роботи та будова. Вимоги Міжнародної  
авіаційної федерації (FAI) до двигунів спортивних і рекордних моделей.

Поршневі двигуни. Принцип роботи та будова двигунів. Призначення  
частин двигуна. Компресійні двигуни та двигуни з розжарювальним  
запаленням. Вимоги FAI до авіамодельних поршневих двигунів для літаючих  
моделей. Особливості правил безпеки під час експлуатації двигунів.

Поняття про газорозподіл і продувку. Поняття про дросельну та  
зовнішню характеристику двигуна. Потужність і обертальний момент.  
Формула для визначення потужності двигуна. Способи визначення  
потужності.

Паливо. Процес згоряння в двигунах. Теплотворна здатність палива.  
Склад і види палива для компресійних двигунів і двигунів з розжарювальним  
запаленням. Присадки до палива: антидетонаційні, миючі, охолоджуючі та  
такі, що збільшують потужність. Вплив присадок на ресурс роботи двигуна.  
Поняття про паливні системи. Роль паливних систем у роботі двигуна.  
Види паливних систем. Деталі та вузли паливних систем: бачки, фільтри,  
заправні пристрої, паливопроводи, види та типи з’єднань. Правила безпеки.

*Практична частина.* Запуск двигунів внутрішнього згоряння, їх  
регулювання. Запуск МРД.

**6. Проектування та виготовлення моделей за вибором (150 год.)**

Вільнолітаючі моделі чемпіонатних класів

*Теоретична частина.* Основні напрями у розвитку моделей. Схеми  
моделей, їх дані та двигуни, що застосовуються. Норми FAI. Поняття про  
проектування та виготовлення робочих креслень моделей: моделі планера F–  
1–А , моделі літака з гумовим двигуном F–1–В, таймерної моделі літака F–1–  
C, мікромоделі літаків F–1–Д.

Аеродинаміка крила. Форми крил у плані. Параметри моделей.  
Профілі крил. Конструктивні заходи для покращення аеродинаміки крила.  
Зшивання носика профілю (кесонна конструкція), жорстка обшивка, обшивка  
синтетичними плівками.

Аеродинаміка фюзеляжу. Форми фюзеляжів, поперечний переріз  
(мідель), засоби зменшення опору фюзеляжів. Аеродинаміка оперення.  
Профілі, установочні кути тощо.

Силові установки. Геометричні й аеродинамічні характеристики  
повітряних гвинтів. Побудова шаблонів гвинтів. Робота дерев’яного та  
пластмасового гвинта. Характеристики двигунів. Вимірювання потужності  
двигуна та тяги гвинта. Поняття про характеристики гвинтомоторної групи.

Способи компенсації реактивного моменту повітряного гвинта.  
Траєкторія польоту моделі, швидкість польоту по траєкторії, по вертикалі.  
Характеристики моторного та ширяючого польоту. Застосування  
перебалансування моделі у польоті.

Стійкість моделі. Стійкість у моторному польоті, у перехідному режимі  
(вихід моделі на планерування), під час планерування.

Регулювання та балансування моделі у термічну та вітряну погоду.

Конструкція. Матеріали та напівфабрикати, що застосовуються для  
виготовлення моделей. Вагові характеристики агрегатів і вузлів.

Крило. Конструкції, що застосовуються, вимоги до жорсткості та  
міцності. Набірне крило, крило із зшивкою носика профілю, з жорсткою  
обшивкою, тришарові та комбіновані конструкції тощо. Вузол стиковки  
крила: нерозбірне крило, штирьове, підкісне, пластинчасте кріплення тощо. Переваги та недоліки типів кріплень.

Фюзеляж. Особливості фюзеляжів, вимоги до них. Співвідношення  
носової та хвостової частин. Конструкції фюзеляжів: набірні, монококові,  
змішані тощо. Вимоги до міцності. Кріплення моторної рами, таймера й  
інших пристроїв. Вагові дані.

Конструкції моторних рам: дерев’яних, металевих. Вимоги до міцності.

Посадочні пристрої.

Способи обмеження роботи двигуна. Зупинка двигуна перекриттям  
подачі пального. Конструктивні рішення. Особливості роботи механізму руля  
поворотів і перебалансування моделі. Хвостове оперення. Вимоги до  
конструкції. Розміщення та кріплення оперення. Пристрій для примусової  
посадки моделі. Вагові дані оперення.

*Практична частина.* Заготовлення рейок для лонжеронів, кромок,  
стрингерів. Вирізування нервюр крила й оперення. Складання центроплану  
крила. Складання «вушок». Стиковка «вушок» із центропланом. Доробка  
крила за профілем. Виготовлення вузлів кріплення крила до фюзеляжу.  
Виготовлення фюзеляжу, пілона. Вирізування та склеювання бокових частин,  
встановлення шпангоутів, проведення тяг керування, виготовлення та  
встановлення шпангоутів з шпильками для кріплення моторної рами.  
Обробка вирізу для встановлення таймера. Виготовлення посадкового  
пристрою.

Виготовлення оперення. Складання стабілізатора, кіля, навішування  
руля поворотів, встановлення гачків для обмежувачів тощо.

Виготовлення паливної системи та таймера. Паяння бачка, переробка  
годинникового механізму, встановлення його на плату, проведення тяг.  
Встановлення бачка. Склеювання фюзеляжу, обробка його поверхні,  
лакування.

Підготовка моделі до обтягування. Обтягування моделі. Підготовка  
синтетичної плівки. Наклеювання плівки. Виготовлення стартового  
пристрою для запуску двигунів.

Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі, установочних  
кутів, балансування, роботи двигуна й автоматики.  
Доробка моделі та пристроїв. Запуски на планерування, доведення  
балансування й установочних кутів. Запуски моделі на неповну потужність  
двигуна з обмеженням часу його роботи. Доводка моторного польоту:  
регулювання установочних кутів крила, стабілізатора, руля поворотів, осі  
нахилу двигуна. Відпрацювання польоту з віражем і виходу моделі на  
планерування.

Кордові моделі літаків чемпіонатних класів і кордові моделі-копії.

*Теоретична частина*. Основні напрями в розвитку кордових моделей.  
Схеми моделей, їх дані. Норми FАІ до моделей. Проектування та  
виготовлення робочих креслень моделей: моделі швидкісного літака F–2–А,  
моделі пілотажного літака F–2–В, моделі гоночного літака F–2–C, моделі  
повітряного «бою» F–2–Д, моделі-копії F–4–B.

Аеродинаміка крила. Форми крил у плані. Параметри моделей. Профілі  
крил, закрилки. Механіка їх роботи, аеродинамічні характеристики крила з  
закрилками.

Аеродинаміка фюзеляжу. Форми фюзеляжів. Контурні, набірні,  
монококові конструкції. Капотування двигуна. Поперечний переріз (мідель)  
фюзеляжу, кабіна пілота.

Стійкість і маневрування. Поздовжня стійкість. Ефективність  
механізації крила та керування. Радіус віражу. Балансування. Особливості  
силової установки. Вимоги до двигунів, повітряних гвинтів, паливної  
системи. Підбір повітряного гвинта, побудова шаблонів.

Конструкція. Матеріали, що застосовуються, вагові характеристики  
деталей та вузлів.

Конструкції крила, що застосовуються: набірні з зшивкою носика  
профілю, з жорсткою обшивкою. Кріплення крила: гумовою стрічкою або з  
жорсткою фіксацією. Крило з закрилками, конструкція закрилків і способи їх  
кріплення.

Особливості фюзеляжів, вимоги до них. Співвідношення носової та  
хвостової частин. Конструкції фюзеляжів: контурні, набірні, монококові,  
змішані тощо. Вимоги до міцності та жорсткості. Кріплення двигуна,  
моторної рами, розміщення двигуна.

Посадочні пристрої, шасі з хвостовим колесом, з носовим, велосипедне  
шасі, їх переваги та недоліки під час зльоту та посадки.

Вимоги до конструкції оперення. Розміщення та кріплення.  
Навішування рулів висоти, качалки, кути відхилень.

Вимоги до керування. Качалки-трійники, тяги, співвідношення плечей,  
люфтів у керуванні, матеріали, втулки тощо. Вимоги до міцності та  
жорсткості. Надійність з’єднань.

Паливна система. Вимоги до паливної системи, особливості її роботи.  
Паливні бачки, їх встановлення.

Повітряні гвинти. Форми та шаблони. Дерев’яні та пластмасові гвинти.

*Практична частина*. Заготовка рейок для лонжеронів, кромок,  
стрингерів. Вирізування нервюр крила. Складання крила. Складання  
закрилків, навішування.

Виготовлення фюзеляжу. Вирізування контурного фюзеляжу,  
вирізування бічних поверхонь. Виготовлення та встановлення шпангоутів і  
моторної рами.

Виготовлення системи керування: качалок, тяг, монтаж керування.  
Вирізування, обробка, складання стабілізатора, рулів висоти. Навішування  
рулів висоти та вклеювання стабілізатора.

Виготовлення паливної системи: паяння бачка, встановлення у  
фюзеляж, з’єднання. Виготовлення шасі.

Складання моделі. Вклеювання крила у фюзеляж, монтаж, керування,  
заклеювання бічних частин фюзеляжу, монтаж шасі тощо.  
Доопрацювання поверхні. Підготовка моделі до обтягування. Шпаклювання поверхонь, ґрунтування. Обтягування. Лакування.

Фарбування. Встановлення двигуна, перевірка балансування, виготовлення повітряних гвинтів.

Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі,  
установлювальних кутів, балансування паливної системи та двигуна.  
Доопрацювання моделі.

Запуск моделі. Доводка режиму двигуна в горизонтальному польоті та  
при маневруванні. Доводка балансування та системи керування.

Кордові моделі-копії.

*Теоретична частина*. Основні напрями в розвитку моделей-копій.  
Копіювання багатомоторних літаків, копіювання легких літаків, що  
виконують комплекс фігур вищого пілотажу. Норми FAI до моделей-копій. Точність дотримування масштабу.

Умови вибіру прототипу для копіювання, масштабу копіювання, механізації.

Алгоритм складання програми польоту та визначення кількості набраних очок за коефіцієнтами й якістю виконання демонстрацій, що замовляються.  
Правила розробки ескізного проекту: розмір, вага, несучі площі, висота стояків  
шасі, внутрішніх об’єктів, розмір обтічників двигуна.  
Кінематика прибирання та випускання шасі, регулювання  
двигуна, прибирання та випускання щитків, закрилків, скидання  
парашутистів, бомб тощо.

Робочий рисунок: конструкція крила, фюзеляжу, оперення, кріплення двигуна, розміщення паливної системи. Конструкція та розміщення механізмів для виконання демонстрацій у польоті.

Матеріали та напівфабрикати, що застосовуються. Вагові  
характеристики вузлів й агрегатів.

Конструкції крила, що застосовуються: набірні з зшивкою носика  
профілю, з жорсткою обшивкою, тришарові тощо.  
Механізація крила: закрилки, щитки, механізми їх відхилень.  
Конструкції фюзеляжів, що застосовуються: набірні, монококові,  
змішані, комбіновані тощо.

Конструкції та розміщення моторних рам.  
Вимоги до міцності та жорсткості. Шасі, вимоги до жорсткості,  
міцності. Шасі, які прибираються та не прибираються. Механічний й  
електромеханічний привід випускання та прибирання шасі.  
Система керування. Вимоги до жорсткості, міцності та надійності.  
Качалки керування, тяги, з’єднання, кронштейни й їх кріплення, люфти в  
з’єднаннях й ін. Паливна система. Особливості роботи. Паливні бачки, їх  
встановлення.

Двигун, його кріплення, вимоги до режиму роботи. Особливості  
повітряних гвинтів.

*Практична частина.* Виготовлення моделей-копій за індивідуальним  
планом. Запуск моделей. Доведення режиму роботи двигуна (двигунів) у  
польоті. Тренування. Відпрацювання запуску двигуна, старту, програми  
польоту (демонстрацій).

Моделі ракет чемпіонатних класів

*Теоретична частина*. Основні напрями в розвитку моделей ракет.  
Норми FAI. Статистичні дані.

Схеми моделей ракет чемпіонатних класів: S–1–A/B – на висоту  
польоту; S–3–A – на тривалість польоту з парашутом; S–4–A – моделі  
планерів з прискорювачем; S–6–A – на тривалість польоту зі стрічкою; S–5–  
B/C – моделі–копії ракет на висоту польоту; S–7 – моделі-копії ракет на  
реалізм польоту; S–8–Д/E/P – моделі реактивних планерів на тривалість  
польоту; S–9–A – моделі ракет на тривалість польоту з авторотацією.

Аеродинаміка моделей ракет і ракетопланів. Параметри моделей.  
Профілі крил. Конструктивні прийоми для покращення аеродинаміки  
моделей ракет і ракетопланів.

Аеродинаміка корпусу та фюзеляжу. Форми фюзеляжів. Поперечний  
переріз (мідель) моделі, способи зменшення опору корпусу та фюзеляжу.  
Герметизація моделі.

Аеродинаміка стабілізаторів й оперення. Профілі, установочні кути для  
моделей ракетопланів. Стійкість моделей ракет на активному та пасивному  
відрізку польоту. Поздовжня стійкість моделей ракетопланів, ефективність  
рулів висоти, балансування. Вимоги до модельних ракетних двигунів (МРД),  
їх класифікація. Правила безпеки при роботі з МРД.

Конструкція. Матеріали, що застосовуються, вагові характеристики  
агрегатів і вузлів.

Особливості корпусів моделей ракет і фюзеляжів ракетопланів. Вимоги  
до них. Конструктивні особливості фюзеляжів. Монококові та змішані  
конструкції. Силові частини корпусу ракети та фюзеляжів. Кріплення МРД.  
Міцність корпусу ракети та фюзеляжів і посадочного пристосування.  
Крило для моделей класу S–4–A, S–8–Д/E/P. Конструкції, що  
застосовуються. Крило з обробкою кромок, тришарове з металевою,  
дерев’яною, пластмасовою обшивкою та заповнювачем.  
Вимоги до конструкції стабілізаторів й оперення. Розміщення та  
кріплення.

Вимоги до радіоапаратури та системи керування. Розміщення  
радіоапаратури та рульових машинок на борту. Качалки-трійники, круглі  
качалки, конструкції, співвідношення плечей, матеріали, втулки й ін. Тяги.  
Вимоги до міцності та жорсткості з’єднання, люфти.

*Практична частина*. Виготовлення моделей за індивідуальним планом.  
Виготовлення корпусу моделі ракети з паперу. Підготовка оснастки.  
Виготовлення заготовки. Склеювання. Обробка поверхні.  
Виготовлення корпусу моделі з синтетичних матеріалів із  
застосуванням полімерних смол. Підготовка оснастки. Вирізування  
заготовки. Формування корпусу. Термічна обробка. Доведення поверхні  
корпусу моделі.

Виготовлення стабілізаторів для моделей ракет. Вибір матеріалу.  
Виготовлення заготовки. Обробка поверхні стабілізаторів.  
Виготовлення заготовки для крила ракетоплана, обкантовка, обробка за  
профілем. Виготовлення набірної конструкції крила. Виготовлення нервюр,  
кромок крила та стрингерів. Складання крила на стапелі.  
Обробка заготовок для фюзеляжу, склеювання заготовок, обробка  
обтічника. Розмітка осьових ліній, вирізи під крило, стабілізатор.  
Обробка заготовки для стабілізатора та кіля ракетоплана, розмітка,  
обробка за профілем, навішування рулів висоти та повороту, кріплення  
качалок.

Виготовлення системи керування для моделей ракетопланів: качалок,  
втулок, тяг, монтаж керування на моделі, перевірка роботи.  
Виготовлення головного обтічника.

Виготовлення системи рятування для моделей ракет. Виготовлення  
парашутної системи. Розрахунок площі парашута. Виготовлення шаблону.  
Виготовлення парашута з паперу та синтетичних плівок.

Виготовлення стрічки. Розрахунок параметрів. Виготовлення стрічки з  
паперу та синтетичних плівок.

Складання моделі. Регулювання, центрування. Остаточна обробка  
поверхні: шпаклювання, ґрунтування, фарбування, полірування поверхні.  
Виготовлення стартових пристосувань для запуску моделей ракет і  
ракетопланів.

Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі, установочних  
кутів, балансування. Підготовка модельних ракетних двигунів до роботи.  
Підготовка до встановлення МРД на модель. Доробка моделі та стартового  
обладнання. Відпрацювання зльоту. Відпрацювання запуску та регулювання  
моделі в польоті.

**7. Радіокеровані моделі (72 год.)**

*Теоретична частина*. Особливості радіокерованих моделей. Радіокеровані моделі планерів і літаків. Радіокеровані  
пілотажні моделі, моделі-копії та гоночні моделі. Загальні вимоги FАІ.  
Радіоапаратура керування, її можливості. Кількість команд.  
Особливості керування. Комплекс фігур вищого пілотажу. Особливості його  
виконання.

Аеродинаміка радіокерованої моделі планера.

Аеродинаміка крила. Форми крил у плані. Параметри моделей. Профілі крил. Керовані поверхні, кути відхилень.

Аеродинаміка фюзеляжу. Форми фюзеляжів, поперечний переріз  
(мідель). Стійкість і керованість. Поздовжня та бокова стійкість.  
Ефективність керування, балансування. Особливості силової установки.  
Вимоги до силової установки: двигунів, паливних систем, повітряних  
гвинтів. Підбір повітряного гвинта, побудова його шаблонів.

Конструкція. Матеріали, що застосовуються, напівфабрикати, вагові  
характеристики агрегатів і вузлів.

Крило. Вимоги до міцності та жорсткості. Конструкції, що  
застосовуються: набірні – зі зшивкою носика профілю (кесонні), з жорсткою  
обшивкою й ін. Конструкції елеронів, їх навішування. Вузли кріплення крила до фюзеляжу: суцільне крило, що закріплюється гумовою стрічкою, роз’ємне крило з пластинчатим, штирьовим й іншими видами кріплень.

Фюзеляж. Вимоги до міцності та жорсткості. Конструкції, що  
застосовуються: набірні з жорсткою обшивкою бокових поверхонь,  
монококові конструкції, змішані конструкції, Форми фюзеляжів, силові  
схеми. Вирізи та кронштейни, розміщення апаратури.

Моторні рами: дерев’яні та металеві, їх кріплення.

Паливні системи. Вимоги до них. Особливості конструкції бачків.  
Злітно-посадочні пристрої. Гачки для запуску моделей. Схеми шасі, вимоги  
до міцності та жорсткості, їх кріплення, конструкція.

Оперення. Конструкції, що застосовуються: набірні зі зшивкою носика  
профілю, з жорсткою обшивкою. Поверхні керування, конструкція,  
навішування рулів, качалки.

Система керування. Розподіл команд на керуючі поверхні. Рульові  
машинки, їх кріплення, проведення тяг керування. Регулювальні вузли у  
системі керування.

*Практична частина*. Розробка проекту. Побудова  
математичної моделі літака. Виготовлення креслень. Заготовка рейок  
для кромок, лонжеронів, стрингерів, бокових поверхонь фюзеляжу.  
Вирізання нервюр крила, оперення. Складання крила, елеронів,  
оперення та рулів висоти та поворотів. Навішування рулів й елеронів.  
Виготовлення вузлів стиковки. Складання фюзеляжу. Виготовлення моторної  
рами, паливної системи, шасі.

Монтаж рульових машинок у крилі, фюзеляжі, розміщення приймача,  
живлення. Встановлення двигуна та контроль балансування, коректування  
розміщення апаратури.

Складання моделі та підготовка до обтягування. Обтягування та  
лакування моделі. Виготовлення повітряних гвинтів.

Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі, контроль  
встановлювальних кутів, балансування, роботи двигуна, паливної системи,  
апаратури керування. Запуск моделі. Стійкість буксирування на леєрі.  
Стійкість у горизонтальному польоті.

Відпрацювання якості польоту в різних метеорологічних умовах у  
зазначеному місці на невеликій висоті. Обробка й аналіз отриманих  
результатів. Усунення недоліків.

Доробка моделі. Доведення режиму роботи двигуна у горизонтальному  
польоті та при маневруванні.

Доведення балансування та системи керування. Підготовка до  
рекордних спроб. Запуск моделі.

**8. Регулювальння моделей, тренувальні запуски. Правила проведення змагань і участь у змаганнях (54 год.)**

*Теоретична частина*. Відомості про підготовку моделей до експлуатації. Перевірка надійності роботи двигуна, паливної системи, автоматичних пристроїв, остаточна доробка.

Поняття про стартові пристосування й інструменти. Транспортування  
моделей в контейнерах, ящиках, чемоданах, відповідно до транспортних  
засобів для збереження моделей.

Прилади та пристрої для визначення наявності та  
інтенсивності висхідних потоків поблизу землі. Особливості експлуатації  
моделей в різних метеорологічних умовах.

Спортивна тактика. Фізична та психологічна підготовка спортсменів.

Умови проведення змагань, визначення результатів і правила проведення змагань. Обов’язки та права судді й учасника змагань.

*Практична частина.* Вибір майданчика. Складання моделі, перевірка  
геометричних параметрів. Пробні запуски двигуна та роботи систем. Запуски  
моделей.

Регулювання та планерування, політ на малому газі, політ з обмеженим  
часом роботи двигуна (для вільнолітаючих моделей). Регулювальні польоти  
на малому газі, доводка балансування, системи управління (для кордових  
моделей).

Регулювальні польоти на малому газі, доводка балансування, системи  
управління, режиму роботи двигуна та ін. (для радіокерованих моделей).  
Передпольотні та післяпольотні огляди: перевірка роботи двигуна, систем,  
ремонт.

Тренувальні запуски. Доводка моделей на моторний політ,  
планерування. Запуск моделей за різних погодних умов. Відпрацювання  
запуску двигуна, старту моделі.

Виконання комплексу фігур вищого пілотажу в різних метеорологічних  
умовах. Польоти гоночних моделей у складі трьох екіпажів. Польоти моделей повітряного «бою» у складі двох екіпажів.

Відпрацювання запуску та регулювання двигуна в умовах обмеженого  
часу. Відпрацювання старту та злагодженості роботи екіпажу (пілота та  
механіка). Відпрацювання комплексу фігур прямого та зворотного пілотажу.  
Підготовка моделей до змагань і рекордних спроб.

Участь у змаганнях, рекордні спроби: вибір місця старту. Оцінка  
метеорологічних умов.

**9. Підсумок (3 год.)**

*Практична частина*. Підведення підсумків роботи гуртка. Оцінювання роботи кожного гуртківця. Гра «Знавці авіамоделізму». Звітна виставка робіт гуртківців.

**ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ**

*Вихованці мають знати:*

* правила безпеки праці в приміщенні гуртка та в механічній  
  майстерні;
* порядок організації й обладнання робочого місця;
* відомості про історію авіації, космонавтики й авіамоделізм;
* властивості повітря, підйомну силу та центр ваги тіла;
* типи літальних апаратів; порядок виготовлення моделей;
* побудову креслення; виготовлення моделі за кресленням;
* властивості паперу та пінопласту, технологію роботи з папером і  
  пінопластом, склеювання паперу та пінопласту;
* властивості пиломатеріалів і порід дерев, які використовують для  
  виготовлення авіамоделей; властивості металів і пластмас, технологію обробки металів і пластмас;
* різновиди вимірювальних і розмічальних інструментів, інструментів і пристроїв для пиляння деревини, фанери, пінопласту, для обпилювання та шліфування, для поперечного та поздовжнього  
  пиляння деревини, інструментів для стругання, для свердління  
  отворів, для обробки металів на токарному верстаті;
* будову свердлильного, токарного та фрезерного верстатів;
* прийоми й елементи вирішення винахідницьких задач;
* правила безпеки при запуску авіамоделей та моделей ракет;
* порядок регулювання моделі планера;
* порядок запуску вільнолітаючих, кордових, радіокерованих моделей та моделей ракет.

*Вихованці мають вміти:*

* самостійно організовувати робоче місце;
* за кресленням моделі обирати необхідний матеріал для її  
  виготовлення;
* визначати порядок виготовлення окремих елементів моделі;
* наносити розмічальні лінії;
* виготовляти модель або окремі елементи моделі з паперу та  
  пінопласту;
* виконувати поперечне та поздовжнє пиляння, виготовляти й  
  обробляти вироби з пінопласту, виконувати свердління отворів,  
  виконувати з’єднання деталей за допомогою склеювання;
* виготовляти окремі елементи з дроту та тонколистового металу,  
  виготовляти деталі моделі на токарному та фрезерному верстаті;
* проектувати та виготовляти схематичну модель планера та літака;
* проектувати та виготовляти вільнолітаючі, кордові, радіокеровані моделі літаків, а також моделі ракет;
* запускати вільнолітаючі, кордові та радіокеровані моделі літаків,  
  моделі ракет;
* вирішувати найпростіші конструкторські задачі;
* виконувати розрахунки та будувати креслення авіамоделей.

*Вихованці мають набути досвід:*

* проектування та виготовлення різних класів авіамоделей за кресленнями та власної конструкції;
* регулювання та запуску різних видів моделей;
* роботи з різними інструментами;
* участі в авіа змаганнях;
* роботи в парах і трійках.

**ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Основне обладнання | К-сть, шт. |
| *Верстати* | | |
| 1. | Сушильна шафа | 1 |
| 2. | Дошки креслярські | 2 |
| 3. | Шафа для матеріалів, інструментів і зберігання моделей ракет | 1 |
| 4. | Столи робочі (з розрахунку одне робоче місце на гуртківця) | 1 |
| 5. | Токарний верстат по металу типу ТВ-16 | 1 |
| 6. | Верстат столярний малогабаритний | 1 |
| 7. | Свердлильний верстат типу НС-12 | 1 |
| 8. | Слюсарний верстат | 1 |
| 9. | Фрезерний верстат | 1 |
| 10. | Циркулярна пилка | 1 |
| 11. | Згинальний верстат | 1 |
| 12. | Токарний малогабаритний верстат по дереву | 1 |
| 13. | Електроточило | 1 |
| 14. | Електролобзик | 1 |
| 15. | Компресор | 1 |
| 16. | Фарборозпилювач | 1 |
| 17. | Ручний дриль | 1 |
| 18. | Слюсарні лещата різні | 3 |
| *Прилади, пристосування, інструменти та приладдя* | | |
| 1. | Секундомір | 3 |
| 2. | Терези з рівновагами | 1 |
| 3. | Гільйотина | 1 |
| 4. | Вивірна плитка | 1 |
| 5. | Ножиці по металу | 1 |
| 6. | Лобзики (з пилками) | 15 |
| 7. | Ножівки по дереву (різні) | 2 |
| 8. | Ножівки по металу | 2 |
| 9. | Ножиці (різні) | 30 |
| 10. | Ножі (складані, скальпелі, НМ-1) | 15 |
| 11. | Шило | 15 |
| 12. | Рубанки (різні) | 5 |
| 13. | Транспортири | 3 |
| 14. | Циркулі (учнівські) | 5 |
| 15. | Зубила | 1 |
| 16. | Готовальні | 1-2 |
| 17. | Пінцети | 3 |
| 18. | Круглогубці | 5 |
| 19. | Свердла по металу від 1 до 10 мм | 20 |
| 20. | Штангенциркулі | 2 |
| 21. | Лещата ручні, малогабаритні | 5 |
| 22. | Кругоріз | 1 |
| 23. | Молотки (50-100 г) | 5 |
| 24. | Плоскогубці | 5 |
| 25. | Гострозубці | 5 |
| 26. | Надфілі (різні) | 20 |
| 27. | Напилки (різні) | 30 |
| 28. | Різці по металу | 10 |
| 29. | Лінійки (500 мм деревяні, металеві) | 20 |
| 30. | Набір різьбонарізних інструментів | 1 |
| 31. | Вертілки | 15 |
| 32. | Кутники | 10 |
| 33. | Прищіпки білизняні | 20 |
| 34. | Викрутки | 5 |
| 35. | Електропаяльники | 3 |
| 36. | Бруски для заточування | 2 |

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Авиамодельный спорт. Информационные материалы. – М.: ДОСААФ  
   СССР, 1980. – 100 с.  
   2. Гаевский А. Ю. Самоучитель работы на персональном компьютере. – К.: А.С.К., 2005. – 480 с. ISBN 9660539-413-4.  
   3. Голубев Ю. А., Камышев Н. Й. Юному авиамоделисту. – М.: Просвещение, 1979. – 218 c.  
   4. Гончаренко В. В. Как люди научились летать. – К.: Веселка, 1979. – 85 с.  
   5. Зигуненко С.Н. Я познаю мир. Авиация и воздухоплавание. – М.: А.С.Т.,  
   2001. – 300 с.  
   6. Коберник О. Проектно - технологічна система трудового навчання /  
   О. Коберник // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2003. – № 4. – С. 8–12.  
   7. Липецький О. П. Метод проектів в організації дослідницької діяльності як  
   чинник розвитку творчих здібностей учнів / О. П. Липецький // Позашкільна  
   освіта та виховання. – 2008. – № 2. – С. 33–37.  
   8. Липецький О. П. Навчальні проекти і розвиток творчих здібностей /  
   О. П. Липецький // Позашкілля. – 2009. – № 4. – С. 8–14.  
   9. Лагутин О.В. Самолет на столе. – М: ДОСААФ, 1988. – 119 с. – ISBN:  
   5-7030-0057-2.

10. Ляшенко Н. В., Исаенко В. Й. Авиамоделирование. – К.: Рад. шк., 1979. –  
180 с.  
11. Олейник Ю. Авиамодели. / Ю. Олейник // Моделист – 2010. – № 4 (30) –  
С. 28-31. ) – ISBN: 1815-8161.  
12. Павлов А. П. Твоя первая модель. – М.:ДОСААФ СССР, 1979. – 180 с.  
13. Пєхота О. М. Освітні технології: Навч.-метод. посіб. / О.М.Пєхота,  
А.З.Кіктенко, О. М. Любарська та ін. За заг. ред. О. М. Пєхоти. К.: А.С.К.,  
2004. – 256 с. – ISBN: 966-8291-22-0.  
14. Полісун Н. І. Як стати дослідником / Н. І. Полісун Посібник для вчителів.  
– К.: ТОВ «Інформаційні системи», 2010. – 223 с.  
15. Роговой Ю. Изучаем 3Д- пилотаж. / Ю. Роговой //Моделист – 2009. – № 5  
(25) – С. 31-32. ) – ISBN: 1815-8161.  
16. Рожков В. С. Авиамодельный кружок. – М.: Просвещение, 1978. – 158 с.  
17. Тамберг Ю.Г. Развитие интеллекта ребёнка. – СПб.: Речь, 2002. – 208 с.  
18. Ходеев В. Авиамодельные моторы. / В. Ходеев //Моделист – 2008. – № 3  
(17) – С.20-22. ) – ISBN: 1815-8161.  
19. Черненко Г.Т. Русские изобретатели и ученые. Энциклопедия. – СПб.:  
Тимошка, 2000. – 216 с.  
20. Pawel WloДarczyk. MoДelarstwo lotnicze i kosmiczne. – Warszawa, 2001. –  
384 с.  
21. Walter Дiem.Дie schonsten Дrachen bauen unД fliegen. – Berlin, 2001. –260с.

Інтернет-ресурси:

<http://aviamod.ru/>

<http://aviamod.ru/chto-takoe-aviamodelirovanie/>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Авиамодельный\_спорт](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82)

