

Збірник «Навчальні програми з позашкільної освіти.
Науково-технічний напрям. (Випуск 4)
(Загальна редакція Г. А. Шкури, Т. В. Биковського)

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО НАПРЯМУ
«АВІАМОДЕЛЮВАННЯ»**
Основний та вищий рівні, 3 роки навчання

*(«Рекомендовано Міністерством освіти і науки України»,
лист МОН від 07.10.2019 № 1/11-8872)*

Автор: Липецький О. П.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Авіамоделювання – один з поширених видів технічної творчості, який допомагає формуванню і розвитку творчих здібностей та сприяє входженню у світ авіації та космонавтики.

Пропонована програма побудована на основі особистісно-орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного підходів, в основу програми покладено «Навчальну програму з авіамоделювання», яка опублікована в збірнику «Навчальні програми з позашкільної освіти науково-технічного напрямку / за ред. Биковського Т. В., Шкури Г. А. – К.: УДЦПО, 2014. – В. 1».

Навчальна програма реалізується в гуртках, секціях, творчих об'єднаннях науково-технічного напрямку позашкільної освіти та спрямована на вихованців віком від 10 до 18 років. Програма є професійно-орієнтованою.

Метою навчальної програми є формування ключових компетентностей особистості засобами авіамоделювання.

Завдання навчальної програми полягають у формуванні таких компетентностей:

пізнавальної, яка передбачає оволодіння основними поняттями про технологічні прийоми проектування та виготовлення авіамоделей; розвиток технічного мислення; ознайомлення з технічними видами спорту; оволодіння основами авіаційних наук і технологій;

практичної, яка орієнтована на набуття техніко-технологічних умінь і навичок; освоєння технологій виготовлення різних класів моделей за кресленнями та власними конструкціями та їх експлуатацією; розвиток практичних навичок у проектуванні авіамоделей різного функціонального призначення, їх регулюванні та запуску;

творчої, яка передбачає набуття досвіду власної творчої діяльності з науково-технічної творчості, розв'язання творчих завдань, здатності проявляти творчу ініціативу; формування вмінь самостійного виготовлення технічних об'єктів; розвиток конструкторських, винахідницьких, дослідницьких, творчих здібностей, системного, просторового і логічного мислення, уяви, фантазії; формування стійкого інтересу до занять авіамоделізмом, потреби у творчій

самореалізації та духовному самовдосконаленні;

соціальної, яка орієнтована на розвиток трудової культури, досягнення високого рівня освіченості і вихованості. Емоційний, фізичний та інтелектуальний розвиток. Формування кращих особистісних рис (відповідальність, чесність, працелюбство, чесність тощо), ціннісного ставлення до себе та інших. Розвиток здатності до професійного самовизначення, творчого становлення. Формування громадянської поведінки, патріотизму, любові до України.

Програма передбачає навчання вихованців у групах основного та вищого рівнів впродовж 3-х років. На опрацювання навчального матеріалу відводиться така кількість годин:

основний рівень: 1-й рік – 144 год. (4 год./тиждень), (діти 10-14 років);

2-й рік – 216 год. (6 год./тиждень), (діти 14-16 років);

вищий рівень - 360 год. (10 год./тиждень), (діти 16-18 років).

Принципи особистісно-орієнтованого навчання дає можливість враховувати потреби кожного гуртківця, його здібності, вміння та навички та допомагає в повній мірі виявити й розвинути творчий потенціал учнів.

Під час проведення занять необхідно звертати увагу на дотримання вихованцями правил техніки безпеки, виробничої санітарії й особистої гігієни, навчити їх безпечним прийомам роботи, ознайомити із заходами попередження травматизму.

Освітній процес базується на практичній діяльності вихованців, в процесі якої відбувається засвоєння теоретичних основ авіамоделювання та авіаційних наук і технологій.

Важливе місце у практичній роботі надається проведенню льотних випробувань моделей, тренувальних запусків та участі в змаганнях, захисті проектів, участі в конкурсах і виставках науково-технічної творчості.

Об'єктами роботи є категорії вільнолітаючих та кордових моделей різноманітних класів, радіокерованих та експериментальних літаючих моделей. Кожен вихованець будує модель за індивідуальним або груповим проектом. Робота над моделлю може тривати більше одного навчального року і передбачає поетапне виконання робіт для досягнення очікуваних результатів.

Формами контролю за результативністю навчання є підсумкові заняття, виконання нормативів, контрольних вправ, участь в конкурсах, змаганнях тощо.

Навчання за запропонованою навчальною програмою не потребує спеціальної підготовки та знань. Навчальний матеріал адаптований до занять з вихованцями різного рівня підготовленості.

У програмі наведено орієнтовний перелік обладнання, необхідного для забезпечення ефективності освітнього процесу.

З метою розвитку та підтримки обдарованих та талановитих вихованців, здобуття ними практичних навичок і для задоволення їхніх потреб у професійному самовизначенні поряд із груповими, колективними формами роботи проводиться індивідуальна робота з учнями при підготовці до змагань, виставок та інших масових заходів. Створюються умови для диференціації та

індивідуалізації навчання відповідно до творчих здібностей, обдарованості, віку, психофізичних особливостей, стану здоров'я вихованців.

Програма є орієнтовною. За необхідності керівник гуртка може внести до програми зміни, які не повинні впливати на загальний зміст навчальної програми та кількість навчальних годин. Незмінними мають залишатися мета, завдання і прогнозований результат освітньої діяльності.

Основний рівень, перший рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	2	-	2
2.	Теоретичні основи польоту	1	1	2
3.	Матеріали, інструменти та обладнання	2	4	6
4.	Авіамоделльні двигуни	2	4	6
5.	Технологія виготовлення літаючих моделей	4	10	14
6.	Моделі літальних апаратів, легших за повітря	2	4	6
7.	Моделі літальних апаратів, важчих за повітря	16	44	60
8.	Авіамоделльні змагання	6	18	24
9.	Інженерія	4	10	14
10.	Екскурсії, конкурси, виставки, бесіди	–	8	8
11.	Підсумок	2	–	2
	Разом:	41	103	144

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (2 год.)

Теоретична частина. Мета, завдання та зміст роботи. Правила поведінки в колективі. Санітарно-гігієнічні вимоги до організації робочого місця. Організаційні питання. Правила безпеки життєдіяльності. Правила техніки безпеки. Історія розвитку авіації та авіамоделізму.

2. Теоретичні основи польоту (2 год.)

Теоретична частина. Поняття аеродинаміки. Основні властивості повітря. Рух тіл у повітрі. Мила опору повітря. Підйомна сила та центр ваги тіла. Пікірування та кабрирування літаючої моделі.

Практична частина. Досліди з папером. Виготовлення та запуски авіамоделей різних типів з паперу.

3. Матеріали, інструменти та обладнання (6 год.)

Теоретична частина. Фізико-технічні властивості паперу, пінопласту,

деревини, гуми, синтетичних плівок, ниток тощо. Клеї та технологія склеювання. Поняття міцності.

Інструменти та обладнання, призначення та прийоми роботи з ними. Поняття обробки матеріалів. Контрольно-вимірювальні інструменти.

Практична частина. Дослідження властивостей паперу різної щільності. Вправи на оволодіння прийомами склеювання паперу, пінопласту, деревини, гуми, синтетичних плівок, ниток тощо. Вправи на оволодіння прийомами роботи з інструментами та обладнанням.

4. Авіамодельні двигуни (6 год.)

Теоретична частина. Типи та види авіамодельних двигунів. Гумовий двигун. Технологія виготовлення гумового двигуна для літаючих моделей. Методи вибору та обробки гуми. Допоміжні пристрої й умови зберігання.

Практична частина. Виготовлення гумового двигуна для літаючих моделей.

5. Технологія виготовлення літаючих моделей (14 год.)

Теоретична частина. Види найпростіших моделей літальних апаратів: призначення, загальні вимоги. Моделі літальних апаратів легших і важчих за повітря. Основні частини планера, літака. Принцип дії рулів висоти та повороту. Метеорологічні умови сприятливі для запуску моделей.

Порядок виготовлення моделей. Поняття технологічної картки. Креслення та шаблони. Способи контролю за правильністю виготовлення окремих деталей моделі за шаблонами. Правила зберігання деталей та вузлів моделей.

Практична частина. Виготовлення найпростіших літаючих моделей з паперу та пінопласту: складання технологічної картки, виконання креслень та шаблонів, виготовлення деталей, складання, оздоблення. Регулювання та запуски моделей.

6. Моделі літальних апаратів, легших за повітря (6 год.)

Теоретична частина. Історія розвитку світового повітроплавання. Повітряні кулі (аеростати), стратостати, дирижаблі. Закон Архімеда. Основи польоту теплової та газонаповненої повітряної кулі.

Моделі повітряних куль. Будова моделей повітряних куль. Матеріали для виготовлення оболонки повітряної кулі. Способи склеювання смуг кулі та горловини. Правила безпеки. Способи визначення висоти польоту.

Практична частина. Виготовлення повітряної кулі. Побудова креслення смуги (викрійки). Виготовлення шаблону. Склеювання смуг кулі та горловини. Зарівнювання полюсного отвору та кріплення петлі для утримування кулі під час підігрівання повітря. Наповнення кулі теплим повітрям й запуск у вільний політ. Визначення висоти польоту.

7. Моделі літальних апаратів, важчих за повітря (60 год.)

Теоретична частина. Способи створення підйомної сили плоскої

пластинки. Залежність сили опору повітря від форми тіла. Залежність підйомної сили від швидкості польоту, площі та нахилу несучих поверхонь. Методи визначення швидкості вітру за місцевими ознаками. Способи визначення кута стояння та висоти польоту.

Основні типи літальних апаратів: планер, літак, вертоліт. Основні частини планера, літака, вертольота. Поняття двигуна і рушія. Крило, несучий гвинт. Руль висоти й руль повороту.

Моделі повітряних зміїв: види (плоскі, коробчасті, спеціальних форм), будова.

Моделі парашутів: типи, призначення, будова. Опір повітря під час спускання парашута. Купол парашута.

Моделі з паперу та пінопласту для польоту в приміщенні. Моделі класів F-1-N (металевий планер) і F-1-M (модель літака). Техніка запуску моделей.

Схематичні моделі планера і літака для запуску на відкритій місцевості. Правила розрахунку моделей за площею крила та вагою. Визначення центру ваги.

Техніка безпеки при запуску моделей.

Практична частина. Виготовлення плоского повітряного змія. Виготовлення каркаса, обшивки, кріплення хвоста, вуздечки, леєра. Регулювання змія: підбір довжини та маси хвоста, кута атаки. Запуски змія. Запуски моделі.

Виготовлення парашута. Виготовлення купола та строп. Складання парашута. Запуски парашута з рук, з гумовим пуском, з повітряного змія. Регулювання швидкості спускання за допомогою зміни маси вантажу. Запуски моделі.

Вирізування, складання та регулювання моделей паперових та пінопластових моделей. Складання та регулювання моделей класів F-1-N та F-1-M. Техніка запуску моделей.

Виготовлення моделі планера і моделі літака з гумовим двигуном та об'ємним крилом (вільнолітаючі схематичні моделі для запуску на відкритій місцевості). Виготовлення креслення. Складання технологічної картки. Виготовлення окремих елементів моделі. Виготовлення повітряного гвинта та підшипника до нього. Виготовлення гумового двигуна та встановлення його на модель. Обтягування крила, стабілізатора та кіля папером або плівкою. Визначення центра ваги фюзеляжу з встановленим на ньому повітряним гвинтом, хвостовим оперенням та гумовим двигуном. Складання та регулювання моделі.

8. Авіамодельні змагання (24 год.)

Теоретична частина. Правила проведення змагань з авіамодельного спорту. Балансування та центрування моделі. Методи регулювання встановлюваних кутів атаки. Геометричні і вагові параметри моделі.

Практична частина. Тренувальні запуски моделі з рук на дальність польоту та точність приземлення. Запуски моделі з леєром. Регулювання схематичної моделі літака на планерування. Запуск з недостатньо закоченим

гумовим двигуном. Виправлення недоліків. Запуск моделі з повністю закрученим гумовим двигуном, регулювання моделі. Регулювання схематичної моделі планеру та літака на планерування. Тренувальні запуски моделей. Участь у змаганнях.

9. Інженерія (14 год.)

Теоретична частина. Роль вчених, конструкторів та інженерів у розвитку науки та техніки. Видатні українські конструктори та вчені: Сікорський І. І, Антонов О. К., Корольов С. П; їх внесок у світову науку.

Основи конструювання літальних апаратів. Конструкторська та технологічна складова інженерної праці. Теорія вирішення винахідницьких задач

Практична частина. Вирішення найпростіших конструкторських задач за допомогою методів теорії вирішення винахідницьких задач (мозковий штурм, нарада піратів, пошук аналогів рішення та інших).

10. Екскурсії, конкурси, виставки, бесіди (8 год.)

Теоретична частина. Екскурсії на аеродром, промислове підприємство, заклади освіти технічного або авіаційного профілю.

Участь у конкурсах і масових заходах закладу позашкільної освіти. Підготовка та участь у виставках науково-технічної творчості.

11. Підсумок (2 год.)

Теоретична частина. Підбиття підсумків.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати і розуміти:

- 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, технологію склеювання паперу та пінопласту;
- властивості пиломатеріалів і порід дерев, які використовуються для виготовлення авіамоделей;
- 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, свердління отворів;
- будову свердлильного, токарного та фрезерного верстатів;
- прийоми й елементи вирішення винахідницьких задач;

- правила безпеки при запуску авіамоделей;
- порядок регулювання моделі планера;
- порядок запуску вільнолітаючих моделей.

Вихованці мають уміти і застосовувати:

- 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;
- застосовувати персональний комп'ютер для розрахунків та побудови креслень авіамоделей.

Вихованці мають набути досвіду:

- виготовлення та запуску авіамоделей різних типів з паперу;
- рішення найпростіших конструкторських задач;
- виготовлення моделей літальних апаратів;
- участі у змаганнях.

Основний рівень, другий рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	2	–	2
2.	Аеродинаміка	3	3	6
3.	Матеріали, інструменти та обладнання	3	3	6
4.	Технологія виготовлення літаючих моделей	3	3	6
5.	Вільнолітаючі моделі	6	48	54
6.	Кордові моделі для польоту у приміщенні з електричним двигуном	4	12	16
7.	Кордові моделі	6	48	54
8.	Авіамоделльні двигуни	3	9	12
9.	Змагання з авіамоделльного спорту	6	24	30
10.	Інженерія	7	15	22

11.	Екскурсії, конкурси, виставки	–	6	6
12.	Підсумок	2	–	2
	Разом:	45	171	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (2 год.)

Теоретична частина. Мета, завдання та зміст роботи. Правила поведінки в колективі. Санітарно-гігієнічні вимоги до організації робочого місця. Організаційні питання. Правила безпеки життєдіяльності. Дотримання правил техніки безпеки.

Історія розвитку авіації і авіамоделювання. Місце сучасної авіації в розвитку промисловості та господарстві України.

2. Аеродинаміка (6 год.)

Теоретична частина. Аеродинаміка як наука. Форма тіла та його обтічність. Поняття ламінарного, турбулентного та межового шару. Закон Бернуллі. Рух пластини у повітрі. Підйомна сила, кут атаки. Поняття аеродинамічних коефіцієнтів C_x і C_y ; критичні кути атаки профілю.

Поняття метеорології. Погода, прилади для її визначення: барометри, термометри, психрометри, анемометри. Хмари, їх різновиди. Конвекція та турбулентність атмосфери. Термічні висхідні та низхідні потоки. Погода, необхідна для запусків моделей.

Авіамоделльні профілі крила. Обтічність крила. Аеродинамічні та геометричні характеристики крила: розмах, звуження, подовження, хорда, кут поперечного «V», площа.

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

3. Матеріали, інструменти та обладнання (6 год.)

Теоретична частина. Фізико-технічні властивості металів та сплавів: застосування і обробка. Види сталі: конструкційні, вуглецеві, інструментальні. Алюміній та алюмінієві сплави. Механічна обробка металів: різання, розпилування, свердління, точіння, фрезерування, шліфування тощо. Свердлильний, токарний, фрезерувальний верстати. Правила безпеки при роботі на верстатах.

Паяльне обладнання. Види припою: твердий і м'який. Флюси. Прийоми паяння матеріалів з використанням різних типів припоїв та флюсів.

Контрольно-вимірювальні інструменти: штангенциркуль, кутомір, мікромметр.

Практична частина. Виготовлення елементів моделі на токарному верстаті. Оволодіння прийомами паяння матеріалів з використанням різних типів припоїв та флюсів.

4. Технологія виготовлення літаючих моделей (6 год.)

Теоретична частина. Технологія обробка деталей на металообробних верстатах: свердлильних, токарних, фрезерних і заточувальних. Технологія виготовлення: лонжеронів, кромок, стрингерів (для набірних конструкцій). Технологія виготовлення нервюр у пакеті (сталого та змінного перерізу). Обробка деталей за розмітками та шаблонами. Деталі з листового металу. Шасі, паливний бачок.

Технологія складальних робіт: несучих поверхонь моделей, фюзеляжів. Технологія обтягування моделей спеціальним папером, тканиною, синтетичними плівками. Технологія оздоблювальних робіт: нанесення написів, обробка за трафаретом, декалькоманія.

Системи керування. Таймерний механізм.

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

5. Вільнолітаючі моделі (54 год.)

Теоретична частина. Вільнолітаючі авіамоделі: технічні вимоги, конструктивні схеми, параметри, вагові характеристики деталей, вузлів та агрегатів, гвинт, напрями розвитку. Види вільнолітаючих моделей: планер класу F-1-H, модель класу F-1-G з гумовим двигуном, таймерна модель F-1-P з авіамоделним мікродвигуном об'ємом до 1,5 см³. Аеродинаміка крила. Форми фюзеляжів, конструктивні особливості. Хвостове оперення.

Будова силових установок. Двигуни, повітряні гвинти, гуми для виготовлення двигунів, авіамоделні мікродвигуни об'ємом до 1,5 см³, паливні системи.

Стартові пристрої. Стійкість моделі при затягуванні на леєрі та у вільному польоті. Умови транспортування моделей Правила проведення змагань. Техніка безпеки при запуску вільнолітаючих моделей різних класів.

Практична частина. Виконання робочих креслень моделей планера, літака з гумовим двигуном та авіамоделним мікродвигуном двигуном об'ємом до 1,5 см³. Виготовлення рейок для лонжеронів, кромок, стрингерів. Вирізування нервюр крила і оперення. Складання центроплану та законцовок крила. З'єднування законцовок крила з центропланом. Доопрацювання крила за профілем. Виготовлення вузлів кріплення крила. Виготовлення деталей фюзеляжу. Випилювання носової частини, шпангоутів. Виготовлення баласту, штирів, буксирувального гачка, обмежувача відхилення стабілізатора та руля повороту. Виготовлення гвинта для моделей з гумовим двигуном. Підбирання повітряного гвинта для таймерних моделей. Виготовлення втулки, моторної рами та паливного бачка.

Складання моделей. Перевірка встановлювальних кутів і геометричних параметрів моделей. Обтягування і оздоблення моделей. Виготовлення стартових пристроїв. Регулювання моделей. Тренувальні запуски на відкритій місцевості.

6. Кордові моделі для польоту у приміщенні з електричним двигуном (16 год.)

Теоретична частина. Кордові авіамоделі для польоту у приміщенні: технічні вимоги, конструктивні схеми, параметри, профілі крила, системи керування, силові установки, гвинт, шасі, напрями розвитку. Електродвигуни, елементи живлення, бортова електроніка. Електронний регулятор напруги або таймер. Балансування моделі.

Види кордових моделей для польотів у приміщенні: навчальна кордова модель, швидкісна модель, пілотажна модель, модель-напівкопія.

Правила проведення змагань. Техніка безпеки під час запуску кордових моделей у приміщенні.

Практична частина. Виконання робочих креслень моделей. Виготовлення елементів моделей. Складання крила, встановлення механізмів та систем керування. Виготовлення оперення, рулів висоти та повороту, монтаж рулів. Виготовлення фюзеляжу, моторної рами. Вклеювання моторної рами та монтаж шасі. Підбирання та встановлення електродвигуна. Підбір та встановлення акумуляторів. Складання моделі. Монтаж виконавчих механізмів. Підготовка моделей до обтягування. Шпатлювання, нанесення ґрунту. Дороблення поверхонь. Обтягування моделей. Фарбування. Нанесення розпізнавальних знаків. Встановлення двигуна (двигунів). Перевірка балансування моделі. Регулювання моделей. Тренувальні запуски.

7. Кордові моделі (54 год.)

Теоретична частина. Кордові авіамоделі: технічні вимоги, конструктивні схеми, параметри, профілі крила, системи керування, силові установки, двигуни, повітряні гвинти, паливні системи, шасі, напрями розвитку. Конструкції фюзеляжів.

Види кордових моделей: навчальна кордова модель, швидкісна модель класу F-2-A, пілотажна модель класу F-2-B, гоночна модель класу F-2-C, модель-напівкопія класу F-4-B.

Правила проведення змагань. Техніка безпеки під час запуску кордових моделей.

Практична частина. Виконання робочих креслень моделей. Виготовлення рейок для лонжеронів, кромки, стрингерів. Вирізування нервюр крила, оперення, шпангоутів, законцовок крила. Виготовлення закрилків, щитків, елеронів. Складання крила, встановлення механізмів та систем керування. Виготовлення оперення, рулів висоти та повороту, монтаж рулів. Виготовлення фюзеляжу, моторної рами. Вклеювання моторної рами та монтаж шасі. Паяння та встановлення бачка (бачків). Складання моделі. Монтаж виконавчих механізмів. Підготовка моделей до обтягування. Шпатлювання, нанесення ґрунту. Дороблення поверхонь. Обтягування моделей. Фарбування. Нанесення розпізнавальних знаків. Встановлення двигуна (двигунів). Перевірка балансування моделі. Регулювання моделей. Тренувальні запуски.

8. Авіамоделні двигуни (12 год.)

Теоретична частина. Гумові двигуни для літаючих авіамоделей різних класів. Фізико-механічні властивості гуми. Авіамоделльні гуми та їх характеристики. Особливості експлуатації гумового двигуна: обробка, зберігання.

Двигуни внутрішнього згоряння. Будова двотактних авіамоделльних мікродвигунів. Принцип роботи мікродвигуна. Паливні суміші: приготування та зберігання. Правила експлуатації авіамоделльних двигунів.

Практична частина. Відпрацювання навичок запуску та регулювання авіамоделльних мікродвигунів. Проведення вимірювань частоти обертання двигуна за допомогою тахометра.

9. Змагання з авіамоделльного спорту (30 год.)

Теоретична частина. Правила змагань з авіамоделльного спорту. Права і обов'язки учасників змагань.

Склад екіпажу у класах гоночних моделей. Обов'язки механіків з обслуговування моделей під час змагань.

Вимоги до майданчика для запуску вільнолітаючих моделей.

Безпека запуску кордових моделей.

Правила безпеки. Правила поведінки на кордромі і аеродромі. Перша лікарська домедична допомога.

Практична частина. Запуск вільнолітаючих моделей. Перевірка геометричних і вагових параметрів моделей, встановлювальних кутів і балансування. Запуск моделі з рук. Доведення центрування. Запуски моделей із леєра. Запуски моделей з гумовим двигуном (на неповну потужність). Доведення моторного польоту, регулювання встановлювальних кутів крила та стабілізатора, осі нахилу втулки повітряного гвинта. Доведення польоту з віражем. Запуск таймерної моделі з рук без запуску двигуна. Запуск двигуна на моделі, регулювання режимів роботи. Перевірка роботи таймерного механізму. Пробні запуски моделі. Запуски кордових моделей. Встановлення режиму роботи двигуна. Відпрацювання старту. Вивчення комплексу фігур вищого пілотажу.

Відпрацювання злагодженості роботи екіпажу (пілота та механіка). Польоти у парі або трійці в класі гоночних моделей. Тренувальні польоти на аеродромі та кордромі. Підготовка і участь у змаганнях. Вибір майданчика для запуску вільнолітаючих моделей. Здійснення заходів безпеки при запуску кордових моделей.

10. Інженерія (22 год.)

Теоретична частина. Теорія вирішення конструкторських задач. Робота з літературою. Алгоритм вирішення конструкторсько-технологічної задачі з виготовлення моделі.

Прийоми роботи на персональному комп'ютері (ПК). Прикладні програми. Правила безпеки під час роботи з ПК.

Практична частина. Вирішення конструкторських задач за допомогою методів теорії вирішення винахідницьких задач. Складання алгоритму

вирішення конструкторсько-технологічної задачі з виготовлення моделі. Проведення розрахунків параметрів моделі за допомогою ПК. Побудова за допомогою ПК технічних малюнків і креслень моделей. Розроблення та захист власного проекту авіамоделі та/або літального апарата.

11. Екскурсії, конкурси, виставки (6 год.)

Практична частина. Екскурсії на підприємства, виставки та до музеїв. Участь у різноманітних конкурсах, виставках, змаганнях.

12. Підсумок (2 год.)

Теоретична частина. Підбиття підсумків.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати і розуміти:

- 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 поздовжнього пиляння деревини, для стругання, для свердління отворів, для обробки металів на токарному верстаті;
- прийоми й елементи вирішення технічних задач;
- прийоми роботи на ПК;
- правила безпеки при запуску авіамоделей;
- порядок регулювання вільнолітаючих моделей та кордових моделей;
- порядок запуску вільнолітаючих та кордових моделей.

Вихованці мають уміти і застосовувати:

- організовувати робоче місце;
- виготовляти моделі за кресленням, обирати необхідні матеріали для їх виготовлення;
- виготовляти модель або окремі елементи моделі з паперу, пінопласту та деревини;
- 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;
 - вирішувати найпростіші конструкторські задачі.

Вихованці мають набути досвід:

- виготовлення та запуску авіамоделей різних типів з паперу;
- рішення найпростіших конструкторських задач;
- виготовлення моделей літальних апаратів;
- участі у змаганнях.

Вищий рівень НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	3	–	3
2.	Аеродинаміка літаючих моделей	12	6	18
3.	Авіамоделльне матеріалознавство	6	9	15
4.	Технологія виготовлення літаючих моделей	12	9	21
5.	Авіамоделльні двигуни	6	18	24
6.	Проектування та виготовлення моделей за вибором	30	100	130
7.	Радіокеровані, рекордні та експериментальні авіамоделі	18	54	72
8.	Змагання з авіамоделльного спорту	12	20	32
9.	Інженерія	12	18	30
9.	Експерсії, конкурси, виставки	–	12	12
10.	Підсумок	3	–	3
Разом:		114	246	360

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год.)

Теоретична частина. Мета, завдання та зміст роботи. Правила поведінки в колективі. Санітарно-гігієнічні вимоги до організації робочого місця. Організаційні питання. Правила безпеки життєдіяльності. Дотримання правил техніки безпеки. Авіація та космонавтика на сучасному етапі науки і техніки. Перспективи розвитку авіації.

2. Аеродинаміка літаючих моделей (18 год.)

Теоретична частина. Аеродинамічні труби: призначення та застосування.

Труби високих та малих швидкостей. Схема та будова аеродинамічних труб. Продувні моделі. Критерії подібності.

Льотні характеристики. Політ моделі. Горизонтальний сталий прямолінійний політ. Планування. Політ з набором висоти, траєкторія польоту. 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 легкого, важкого і оптимального гвинта. Класифікація гвинтів. Спосіб побудови перетину гвинта.

Практична частина. Проведення розрахунків геометричних параметрів моделі планера та кордової моделі літака. Побудова профілю крила та стабілізатора. Проведення розрахунків параметрів гвинта. Побудова перетину гвинта. Виготовлення гвинта. Виготовлення шаблонів крила. Визначення коефіцієнта корисної дії гвинта. Підбір гвинта для двигуна.

3. Авіамоделльне матеріалознавство (15 год.)

Теоретична частина. Фізико-технічні властивості металів та сплавів: застосування, обробка. Різці токарні: прохідні, підрізні, відрізні, розточувальні. Правила безпеки під час роботи в майстерні на верстатах.

Контрольно-вимірювальні інструменти: штангенциркуль, кутомір, мікрометр.

Фізико-технічні властивості склопластиків та синтетичних матеріалів: застосування, наповнювачі та зв'язувачі. Вироби з склопластиків та синтетичних матеріалів. Правила склеювання склопластиків з іншими матеріалами.

Фізико-технічні властивості пінопластів: застосування, способи обробки та склеювання.

Сира та вулканізована гума. Напівфабрикати з вулканізованої гуми: листи, стрічки та їх призначення. Сорти авіамоделльних гум для гумових двигунів; їх характеристики.

Натуральні та синтетичні тканини: призначення, вимоги.

Синтетичні плівки: види (поліетиленові, триацетатні, лавсанові), застосування, призначення, способи обробки.

Клеї: види, застосування, призначення, технологія склеювання, підготовка поверхонь. Фізико-хімічні основи склеювання. Адгезія клеїв. Клеї, що сохнуть, та клеї, що полімеризуються. 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.

Практична частина. Відпрацювання прийомів токарної обробки матеріалів. Заточування різців. Заточування фрез. Відпрацювання прийомів

фрезерування. Відпрацювання прийомів роботи з склеювання синтетичних матеріалів. Підготовлення поверхні до фарбування. Фарбування та оздоблення моделі.

4. Технологія виготовлення літаючих моделей (21 год.)

Теоретична частина. Формування виробів. Матриці і пуансони. Технологія виготовлення деталей з листового металу. Технологія формування пластмасових деталей.

Технології складальних робіт: складання фюзеляжів (набірні конструкції, монококові тощо); паяння бачків, шасі та 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 і оздоблення моделі за трафаретами та деколями. Плотер у виготовленні елементів оздоблення.

Використання 3-D принтера для виготовлення окремих елементів моделі.

Практична частина. Паяння бачка, шасі та інших деталей. Оздоблення моделі: ґрунтування, шпаклювання, фарбування, лакування, виготовлення трафаретів. Нанесення написів і малюнків на модель. Оволодіння прийомами роботи на обладнанні із використанням цифрових технологій та ПК.

5. Авіамодельні двигуни (24 год.)

Теоретична частина. Силові установки. Повітряний гвинт. Гвинтомоторні групи. Реактивні двигуни. Типи реактивних авіамодельних двигунів. Модельні ракетні двигуни (МРД). Двигуни спортивних і рекордних моделей.

Поршневі двигуни: принцип роботи, будова, призначення частин двигуна.

Компресійні двигуни та двигуни з розжарювальним запаленням. Авіамодельні поршневі двигуни для літаючих моделей. Правила безпеки під час експлуатації двигунів.

Поняття газорозподілу і продувки. Поняття дросельної та зовнішньої характеристики двигуна. Потужність і обертальний момент. Формула 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 паливних систем. Види паливних систем. Деталі та вузли паливних систем: бачки, фільтри, заправні пристрої, паливопроводи, види та типи з'єднань. Правила безпеки.

Електричні двигуни для літаючих авіамodelей. Типи електродвигунів. Потужність та експлуатаційні особливості роботи електродвигунів для літаючих моделей. Елементи живлення електродвигунів розміщених на моделі. Техніка безпеки при експлуатації елементів живлення.

Практична частина. Підготовка, запуск, регулювання та експлуатація двигунів внутрішнього згорання на моделі. Складання електричного кола, підготовка, запуск, регулювання та експлуатація електричних двигунів.

6. Проектування та виготовлення моделей за вибором (130 год.)

Теоретична частина. Постановка проблеми. Визначення завдання для виконання проекту. Робота з інформаційними джерелами. Створення банку ідей.

Практична частина. Перегляд зразків та наочних посібників, готових моделей. Аналіз та систематизація інформації. Розроблення ескізу. Комплектування інструментів та матеріалів. Виготовлення моделі з дотриманням технологічної послідовності. Контроль якості готового виробу. Презентація та захист творчого проекту.

7. Радіокеровані, рекордні та експериментальні моделі (72 год.)

Теоретична частина. Особливості радіокерованих, рекордних і експериментальних моделей. Радіокеровані моделі планерів і літаків. Радіокеровані пілотажні моделі, моделі-копії та гоночні моделі. Експериментальні та рекордні моделі літаків і ракет. Конструкція. Матеріали, що застосовуються, напівфабрикати, вагові характеристики агрегатів і вузлів.

Радіоапаратура керування. Комплекс фігур вищого пілотажу.

Радіокеровані моделі вертольотів та квадрокоптерів. Технічні характеристики. Особливості будови. Особливості польотів на моделях вертольотів та квадрокоптерів. Техніка безпеки при запуску літаючих моделей.

Практична частина. Розроблення проекту. Побудова математичної моделі літака. Виготовлення креслень. Заготівля матеріалів для кромки, лонжеронів, стрингерів, бокових поверхонь фюзеляжу. Виготовлення елементів моделі. Монтаж рульових машинок у крилі, фюзеляжі, розміщення приймача, живлення. Встановлення двигуна та контроль балансування, коректування розміщення апаратури. Оздоблення моделі. Виготовлення повітряних гвинтів. Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі, контроль встановлювальних кутів, балансування, роботи двигуна, паливної системи, апаратури керування. Запуски моделі. Налаштування стійкості моделі у горизонтальному польоті та стійкості буксирування на леєрі. Відпрацювання якості польоту в різних метеорологічних умовах на невеликій висоті. Оброблення і аналіз отриманих результатів на ПК. Усунення недоліків. Дороблення моделі. Доведення режиму роботи двигуна у горизонтальному польоті та при маневруванні. Доведення балансування та системи керування. Тренувальні запуски моделі.

8. Змагання з авіамодельного спорту (32 год.)

Теоретична частина. Правила проведення змагань, визначення результатів. Обов'язки та права судді й учасника змагань.

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

земної поверхні.

Підготовка моделей до експлуатації: перевірка надійності роботи двигуна, паливної системи, автоматичних пристроїв, остаточна доробка. Стартові пристосування та інструменти.

Транспортування та зберігання моделей.

Спортивна тактика. Фізична та психологічна підготовка спортсменів.

Практична частина. Вибір майданчика. Пробні запуски двигуна та перевірка роботи систем. Запуски моделей. Регулювання та планерування, політ на малому газі, політ з обмеженим часом роботи двигуна (для вільнолітаючих моделей). Регульовальні польоти на малому газі, доводка балансування, системи управління (для кордових моделей). Регульовальні польоти на малому газі, доводка балансування, системи управління, режиму роботи двигуна тощо (для радіокерованих моделей). Передпольотні та післяпольотні огляди: перевірка роботи двигуна, систем, ремонт. Тренувальні запуски. Доведення 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. Оцінювання метеорологічних умов.

11. Інженерія (30 год.)

Теоретична частина. Конструктор-технолог. Методологія вирішення конструкторських задач підвищеної складності. Експериментальна та дослідницька робота з використанням літаючих моделей.

Основи програмування. Прийоми роботи на ПК. Прикладні програми для роботи з 3D принтером та плотером. Правила безпеки під час роботи. Робота з довідковою літературою та Інтернет джерелами.

Практична частина. Вирішення конструкторських задач за допомогою методів теорії вирішення винахідницьких задач. Складання алгоритму вирішення конструкторсько-технологічної задачі з виготовлення моделі. Проведення розрахунків параметрів моделі на ПК. Побудова за допомогою ПК технічних малюнків і креслень моделей. Складання програм та виготовлення окремих елементів моделей з використанням 3D принтера. Програмування передавача відповідно до типу авіамоделей та особливостей польоту. Дослідження впливу зміни параметрів окремих елементів моделі на її польотні властивості. Презентація результатів дослідження.

9. Екскурсії, конкурси, виставки (12 год.)

Екскурсії на підприємства, до аеропорту, до закладу вищої освіти, на виставки та до музеїв. Зустріч із льотчиками цивільної авіації, ветеранами вітчизняної авіації, учасниками бойових дій, з провідними спортсменами-

авіамоделістами. Участь у різноманітних конкурсах, виставках, змаганнях. Організація та проведення масових заходів.

10. Підсумок (3 год.)

Теоретична частина. Підбиття підсумків.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати і розуміти:

- 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 конструкторських задач;
- основи роботи на персональному комп'ютері;
- основи програмування та проектування на ПК;
- правила безпеки при запуску вільно літаючих і кордових авіамоделей, вертольотів та квадрокоптерів;
- порядок регулювання моделей різних типів;
- порядок запуску вільнолітаючих, кордових та радіокерованих моделей.

Вихованці мають уміти і застосовувати:

- 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 вільнолітаючі, кордові, радіокеровані, рекордні та експериментальні моделі літаків, вертольотів і квадрокоптерів;
 - запускати вільнолітаючі, кордові та радіокеровані моделі літаків, вертольоти і квадрокоптери ;
 - вирішувати конструкторські задачі;
 - виконувати за допомогою персонального комп'ютера розрахунки, будувати креслення авіамоделей;
 - програмувати та виготовляти окремі елементи за допомогою 3D принтера;
 - володіти основами дослідницької та експериментальної роботи, розробляти та захищати проектні роботи з авіаційної та космічної тематики;
 - володіти сучасною авіаційною термінологією з елементами англійської мови.

Вихованці мають набути досвід:

- виготовлення складальних креслень, окремих вузлів і деталей;
- побудови моделі;
- нових технічних рішень;
- використання сучасних технологій в авіамоделюванні;
- випробування моделей;
- участі у змаганнях.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

№	Основне обладнання	К-сть, шт.
<i>Верстати та обладнання</i>		
1.	Сушильна шафа	1
2.	Дошки креслярські	1
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	1
6.	Верстат столярний малогабаритний	1
7.	Свердлильний верстат	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.	Дриль	1
18.	Слюсарні лещата різні	3
19.	Персональні комп'ютери	5
20.	Принтер лазерний /струйний	3
21.	Принтер для 3D друку	1
22.	Апаратура для керування авіамоделями /комплект	5
<i>Прилади, пристосування, інструменти та приладдя</i>		
1.	Секундомір електронний	3
2.	Терези електронні	1
3.	Гільйотина	1
4.	Електро 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 (різні)	15
11.	Шило	15
12.	Рубанки (різні)	5
13.	Транспортери	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 (1000-500 мм дерев'яні, металеві)	20
30.	Набір різьбонарізних інструментів	1

31	Кутники	5
32.	Викрутки	5
33	Електропаяльники (різні)	3

ЛІТЕРАТУРА

1. Гаевский А. Ю. Самоучитель работы на персональном компьютере. – К. : А.С.К., 2005. – 480 с.
2. Зигуненко С. Н. Я познаю мир. Авиация и воздухоплавание. – М. : А.С.Т., 2001. – 300 с.
3. Довідник керівника гуртка ПЗН / упоряд. О. Клименко, О. Калюжна. – К. : «Вид. група «Шк. світ». – 2015. – 68с. – (Бібліотека «Шкільного світу»). – ISBN 978-617-7287-15-4.
4. Коберник О. Проектно-технологічна система трудового навчання / О. Коберник // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2003. – № 4. – С. 8–12.
5. 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.
6. Липецький О. П. Навчальні проекти і розвиток творчих здібностей / О. П. Липецький // Позашкільня. – 2009. – № 4. – С. 8–14.
7. Лагутин О. В. Самолет на столе. – М : ДОСААФ, 1988. – 119 с. – ISBN: 5-7030-0057-2.
8. Мартін Соломка. Як змайструвати літак. – Львів. – Вид. Старого Лева. – 2015. – 60с. – ISBN 978-617-679-149-2.
9. Михальчук А. В. Позашкільня: радіоелектронне конструювання: спортивно-технічне авіамоделювання / Михальчук А. В., Винокур Н. Є, Пастушок Р. Г., Романюк В. Ф., упоряд. Калюжна О. В. – К. : Шк.світ, 2013– 112с.– (бібліотека «Шкільного світу»). – ISBN 978-966-451-791-8.
10. Олейник Ю. Авиамодели. / Ю. Олейник // Моделист – 2010. – № 4 (30) – С. 28-31.). – ISBN : 1815-8161.
11. Пехота О. М. Освітні технології: Навч.-метод. посіб. / О. М. Пехота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін. За заг. ред. О. М. Пехоти. К. : А.С.К., 2004. – 256 с. – ISBN: 966-8291-22-0.
12. Полісун Н. І. Як стати дослідником / Н. І. Полісун Посібник для вчителів. – К. : ТОВ «Інформаційні системи», 2010. – 223 с.
13. Роговой Ю. Изучаем 3Д-пилотаж. / Ю. Роговой // Моделист – 2009. – № 5 (25) – С. 31-32.). – ISBN: 1815-8161.
14. Рожков В. С. Строим летающие модели. – М. : Просвещение, 1990. – 159 с.
15. Тамберг Ю. Г. Развитие интеллекта ребёнка. – СПб. : Речь, 2002. – 208 с.
16. Ходеев В. Авиамодельные моторы. / В. Ходеев // Моделист. – 2008. – № 3 (17) – С. 20-22.). – ISBN: 1815-8161.
17. Pawel Włodarczyk. Modelarstwo lotnicze i kosmiczne. – Warszawa, 2001. – 384 с.

18. Walter Diem. Die schönsten drachen bauen und fliegen. – Berlin, 2001. –260c.