

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ ТА НАУКИ ПОЛТАВСЬКОЇ
ОБЛДЕРЖАДМІНІСТРАЦІЇ
ПОЛТАВСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ
УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ

ПОГОДЖЕНО

Протокол засідання
науково-методичної ради
Полтавського обласного інституту
післядипломної педагогічної освіти
ім. М. В. Остроградського
від 29.05.2018 № 3

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Департаменту освіти та науки
Полтавської облдержадміністрації
від 11.07.2018 № 303

Навчальна програма з позашкільної освіти
науково-технічного напрямку
спортивно-технічного профілю
гуртка «Авіамоделювання»

Вищий рівень, 1 рік навчання

Розробник:

Бавикін Анатолій Вячеславович – керівник гуртка "Авіамоделювання" Полтавського обласного центру науково-технічної творчості учнівської молоді Полтавської обласної ради

Рецензенти:

Калязін Ю.В. – кандидат технічних наук, доцент кафедри основ виробництва та дизайну Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка

Тріхмінов В.Є. – керівник гуртка «Авіамоделювання» Кременчуцького міського центру позашкільної освіти

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дитяча технічна творчість є найбільш дієвою серед масових форм залучення учнівської молоді до творчості. Вона спрямована не тільки на ознайомлення вихованців із різноманітним світом техніки, розвитком їхніх здібностей, а й на трудове виховання та політехнічну освіту.

Авіамоделізм – це поширений вид технічної творчості, одне з улюблених занять учнівської молоді, масовий технічний вид спорту, який допомагає дитині долучитися до світу авіації.

Актуальність навчальної програми пов'язана з тим, що за останні роки в авіамоделістському спорті з'явилися нові класи авіамоделей (F-1-P, F-1-Q, F-5-Y), нові напрямки авіамоделей (FPV-безпілотники) та прогресивні технології виготовлення моделей (формування в формах під тиском), виготовлення деталей на станках ЧПУ та 3-Д принтерах), з'явилися нові матеріали (кевлар та різноманітні карбонові тканини), безколекторні електродвигуни та силові акумулятори LiPo. Отже, виникла нагальна необхідність зміни як технології виготовлення, так і матеріалів, які використовуються при складанні авіамоделей.

Навчальна програма реалізується у гуртку науково-технічного напрямку спортивно-технічного профілю позашкільної освіти та спрямована на вихованців віком 12-18 років.

Метою програми є набуття компетентностей особистості в процесі конструювання та виготовлення авіамоделей, участі у змаганнях, захисті навчальних проектів, виставках і конкурсах; створення умов для індивідуального розвитку творчого потенціалу учнів через заняття авіамоделістським спортом.

Основні завдання програми:

- окреслити основи та шляхи розвитку сучасної авіації;
- ознайомити учнів з різноманітними технічними пристроями, принципами їх будови та застосування;
- навчити розробляти та виготовляти технічні пристрої різної складності;
- вміти виконувати технічні розрахунки та працювати з технічною літературою;
- виховувати культуру праці;
- виховувати активну та всебічно розвинену особистість;
- підготувати до праці та свідомого вибору професії;
- забезпечити зайнятість підлітків і підготовку до служби в армії;
- розвивати творчі здібності;
- формувати конструкторські вміння та навички;
- закріплювати інтерес до занять авіамоделізмом.

У процесі занять відбувається набуття учнями наступних компетентностей:

пізнавальна – оволодіння основними поняттями про технологічні прийоми проектування та виготовлення авіамоделей; розвиток технічного

мислення; ознайомлення з технічними видами спорту; оволодіння основами авіаційних наук і технологій;

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

творча – оволодіння майстерністю виготовлення авіамоделей, розвиток конструкторських здібностей, стійкого інтересу до технічної творчості, потреби у творчій самореалізації та самовдосконаленні;

соціальна – виховання культури праці; професійне самовизначення, обґрунтований вибір професії з урахуванням власних інтересів і здібностей; розвиток позитивних якостей особистості: працелюбності, наполегливості, дружелюбності, громадянської поведінки, відповідальності.

Програма передбачає навчання дітей у групах вищого рівня впродовж першого року навчання. На опрацювання навчального матеріалу відводиться 324 години на навчальний рік ($3+3+3=9$ год. на тиждень).

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

Програма гуртка авіамоделювання має політехнічну спрямованість. В основі програми – принципи особистісно-орієнтованого навчання, що дає можливість враховувати потреби кожного гуртківця, його здібності, вміння та навички та допомагає в повній мірі виявити й розвинути творчий потенціал учнів.

Зміст програми реалізується за допомогою сучасних педагогічних технологій освіти: проблемного, розвиваючого навчання, проектної технології та технології особистісно-орієнтованого підходу.

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

Теоретичні заняття передують практичній роботі, що сприяє застосуванню засвоєних знань на практиці.

Робота над моделлю розпочинається з ознайомлення з конструкцією літального апарату, призначенням вузлів, деталей, його аеродинамічними характеристиками. Виготовлення моделей проводиться за попередньо виконаними ескізами та кресленнями. Графічна робота над індивідуальним проектом детально планується продовжується проведенням розрахунків площі крила, стабілізатора; кресленням перерізів деталей; визначенням маси моделі, виконується у спеціалізованих програмах на персональному комп'ютері.

Важливе місце у практичній роботі гуртка надається проведенню льотних випробувань моделей, тренувальних запусків та участі у змаганнях.

Розвитку творчих здібностей учнів сприяють конкурси та захисти реальних і фантастичних проектів, ознайомлення з елементами вирішення

конструкторських задач, заохочення учнів до участі у конкурсах і виставках науково-технічної творчості.

Об'єктами роботи гуртка є категорії вільнолітаючих та кордових моделей різноманітних класів, радіокерованих та експериментальних літаючих моделей. 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. Програмою передбачена науково-дослідницька робота у секції МАН.

Впродовж навчального року проводяться тематичні екскурсії на виставки технічної творчості, в авіа модельні лабораторії провідних спортсменів України та на підприємства авіаційної промисловості. Це дає можливість розширити знання учнів про сучасне виробництво та конструкції літальних апаратів.

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

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

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичні	практичні	Усього
Розділ 1. Вступ	3	–	3
Розділ 2. Аеродинаміка літаючих моделей	6	9	15
2.1. Поняття про аеродинаміку як науку	3	3	6
2.2. Розрахунок геометричних параметрів вільнолітаючих, радіокерованих та кордових моделей літаків	3	6	9
Розділ 3. Авіа модельне матеріалознавство	9	15	24
3.1. Метали та сплави. Механічна обробка металів	3	6	9
3.2. Склопластики та вуглепластики. Гума, тканини, папір, синтетичні плівки	3	3	6
3.3. Лакофарбові матеріали. Склеювання та оздоблення різних матеріалів	3	6	9
Розділ 4. Технології виготовлення літаючих моделей	6	12	18
4.1. Технології заготівельних робіт	3	6	9
4.2. Технології складальних та оздоблювальних робіт	3	6	9
Розділ 5. Авіа модельні двигуни	9	15	24
5.1. Силові установки. Повітряний гвинт	3	3	6

5.2. Будова та принцип роботи поршневих двигунів. Паливо та паливні системи	3	6	9
5.3. Електричні двигуни. Види та принцип дії	3	6	9
Розділ 6. Проектування та виготовлення моделей за вибором	21	90	111
6.1. Вільнолітаючі моделі чемпіонатних класів	9	36	45
6.2. Кордові моделі літаків чемпіонатних класів	6	24	30
6.3 Кордові моделі-копії F-4-B	6	30	36
Розділ 7. Радіокеровані та експериментальні моделі. Дослідницька робота	18	54	72
7.1. Особливості радіокерованих та експериментальних моделей. Різновиди матеріалів, конструкцій та радіоапаратури керування	6	12	18
7.2. Дослідницька робота. Технології виготовлення. Розробка проекту, виготовлення основних вузлів і агрегатів	6	15	21
7.3. Складання моделей та перевірка геометричних і вагових параметрів. Підготовка до змагань	6	27	33
Розділ 8. Регулювання моделей, тренувальні запуски. Правила проведення змагань та участь у змаганнях	9	27	36
8.1. Підготовка моделей до експлуатації	3	6	9
8.2. Стартові пристосування. Методи улаштування моделей в контейнери	3	9	12
8.3. Тренувальні запуски вільнолітаючих, радіокерованих та експериментальних моделей. Участь у змаганнях	3	12	15
Розділ 9. Екскурсії, конкурси, виставки	—	18	18
Розділ 10. Підсумок	3	—	3
Разом	84	240	324

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Розділ 1. Вступ (3 год.)

Аналіз роботи гуртка за минулий рік. Ознайомлення з планом роботи гуртка на навчальний рік. Організаційні питання. Розподіл на підгрупи. Інструктаж з правил охорони праці.

Авіація та авіамодельний спорт на сучасному етапі науки і техніки. Спортивні класи моделей. Нові класи авіамоделей. Вимоги FAI. Перспективи розвитку авіації та авіамодельовання. Ознайомлення з кращими світовими

досягненнями авіамоделістів та моделями призерів. Значення та можливості використання літаючих моделей.

Розділ 2. Аеродинаміка літаючих моделей (15 год.)

2.1. Поняття про аеродинаміку як науку.

Теоретична частина. Поняття про аеродинаміку як науку. Повітря й опір тіл, що рухаються в ньому.

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. Продувні моделі. Поняття про критерії подібності.

Аеродинамічні та геометричні характеристики крил. Розмах, звуження, видовження, хорда, кут поперечного «V» та площа крила. Форми крила у плані. Стрілоподібність. Авіамоделльні профілі, застосування, вибір профілю. Число Re. Поняття про аеродинамічні коефіцієнти C_x і C_y та критичні кути атаки профілю. Поляра й якість крила.

Практична частина.

Побудова профілів крил та оперення для основних класів моделей, використовуючи таблиці значень за допомогою калькулятора та олівця. Побудова профілів крил та оперення на ПК за допомогою програми побудови профілів. Креслення профілів олівцем, роздруківка профілів принтером. Виготовлення шаблонів крил, оперення та шпангоутів. Способи виготовлення та матеріали, які використовуються.

Технологічні прийоми для виготовлення нервюр та крил: виготовлення пачки нервюр, обклеювання вуглепластиком в вакуумі, вирізання з пінопласту розжареним ніхромовим дротом.

2.2. Розрахунок геометричних параметрів вільнолітаючих, радіокерованих та кордових моделей літаків.

Теоретична частина.

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 вільнолітаючих моделей,

радіокерованих та кордових моделей літаків у відповідності до технічних вимог FAI.. Розрахунок параметрів гвинта. Виготовлення шаблонів повітряного гвинта. Виготовлення гвинта: дерев'яного, склопластикового та вуглепластикового. Визначення коефіцієнта корисної дії гвинта. Підбір гвинта та регулятора обертів для електродвигуна. Спосіб побудови перетину гвинта. Виготовлення шаблонів крил, оперення та шпангоутів з різних матеріалів. Виготовлення нервюр крил та оперення з липи, бальзи, фанери та інших матеріалів. Виготовлення крил з пінопласту, використовуючи термоспосіб (ніхромовим дротом).

Розділ 3. Авіамоделльне матеріалознавство (24 год.)

3.1. Метали та сплави. Механічна обробка металів.

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 фізико-механічні властивості.

Припої. Види припою: твердий та м'який. Флюси. Кислоти. Застосування припоїв, кислот 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.

Практична частина. Механічна обробка металів різанням: розпилювання, свердління, точіння, фрезерування та шліфування. Прийоми токарної обробки прохідними, підрізними, відрізними, розточувальними різцями. Заточування різців. Прийоми фрезерування дисковими та пальчиковими фрезами. Заточування фрез.

Робота з контрольно-вимірювальними інструментами: штангенциркуль, кутомір, мікрометр. Види та способи обробки шліфуванням. Прийоми роботи з полірувальними кругами та пастами. Притирання, пристосування та прийоми роботи.

Паяння різних матеріалів. Застосування флюсів та кислот. Охорона праці при використанні шкідливих речовин.

3.2. Склопластики та вуглепластики. Гума, тканини, папір, синтетичні плівки.

Теоретична частина. Склопластики та вуглепластики. Фізико-механічні властивості. Застосування. Наповнювачі та зв'язувачі. Формування виробів із склопластиків та вуглепластиків. Склеювання склопластиків з іншими матеріалами.

Гума. Сира та вулканізована гума. Напівфабрикати з вулканізованої гуми: листи, стрічки, нитки, їх призначення.

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 охорони праці під час роботи з клеєм.

Практична частина. Вулканізація гуми. Способи виготовлення деталей з склопластику та вуглепластику. Склеювання склопластиків з іншими матеріалами. Обтягування крил та оперення папером, синтетичним папером, плівками за допомогою клеїв та термічним способом. Використання та підбір різних видів клеїв.

3.3. Лакофарбові матеріали. Склеювання та оздоблення різних матеріалів.

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

Практична частина. Склеювання паперу, плівок, дерева, текстоліту, карбону, пластмас різними видами клею.

Склеювання гуми, виготовлення деталей з гуми. Лакування крил.

Оздоблення різних частин та вузлів моделі. Способи нанесення шпаклівки, ґрунтовок, фарби пензлем, розпилювачем та іншими способами.

Розділ 4. Технології виготовлення літаючих моделей (18 год.)

4.1. Технології заготівельних робіт.

Теоретична частина. Поняття про технологію виготовлення літаючих моделей. Технологія заготівельних робіт. Виготовлення дерев'яних матриць і пуансонів для формування виробів. Технологія виготовлення деталей з листового металу. Відомості про формування пластикових деталей. Обробка на металорізальних верстатах: токарних, фрезерних, свердлильних. Технологія виготовлення деталей формуванням в формах під тиском.

Практична частина. Заготівельні роботи: виготовлення рейок, вирізання та шліфування. Паяння бачка, шасі й інших деталей. Обробка деталей на деревообробних верстатах: розпилювальних та шліфувальних верстатах. Обробка деталей на металорізальних верстатах: токарних, фрезерних, свердлильних. Виготовлення стапелів та пристосувань.

4.2. Технології складальних та оздоблювальних робіт.

Теоретична частина. Технології складальних робіт. Технології паяння бачків, шасі й інших виробів. Технології складання втулок моделі з гумовим двигуном. Технології виготовлення повітряних гвинтів з дерева та

вуглепластиків. Технології складання крил з дебоксами за допомогою стапелів.

Технології оздоблювальних робіт: шпаклювання, ґрунтування, фарбування моделей синтетичними лакофарбовими матеріалами. Нанесення написів й оздоблення моделі за трафаретами та декелями.

Практична частина. Складання фюзеляжів (набірні конструкції, монококові тощо). Складання втулок моделі з гумовим двигуном. Виготовлення повітряних гвинтів з дерева та вуглепластиків. Складання крил з дебоксами та оперення за допомогою стапелів. Обтягування авіамоделей папером та плівками. Оздоблення моделі: ґрунтування, шпаклювання, фарбування, лакування, виготовлення трафаретів. Нанесення написів і малюнків на модель. Перевірка установочних кутів та балансування моделі.

Розділ 5. Авіамоделльні двигуни (24 год.)

5.1. Силкові установки та повітряні гвинти.

Теоретична частина. Способи одержання тяги для польоту моделі. Види силових установок. Повітряний гвинт, як рушій. Гвинтомоторні групи. Принцип роботи та будова. Вимоги Міжнародної авіаційної федерації (FAI) до двигунів спортивних моделей.

Поршневі двигуни. Принцип роботи та будова двигунів. Призначення частин двигуна. Компресійні двигуни та двигуни з розжарювальним запаленням. Особливості правил безпеки під час експлуатації двигунів.

Поняття про газорозподіл і продувку. Поняття про дросельну заслонку 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 охорони праці при виготовленні палива та запуску двигунів.

Електричні двигуни: колекторні і безколекторні. Будова та принцип дії. Підбір регулятора обертів та силових акумуляторів. Підбір оптимального повітряного гвинта.

Практична частина. Виготовлення повітряних гвинтів з дерева та карбонів. Способи та види балансування та лакування гвинтів. Виготовлення паливної суміші. Запуски двигунів. Визначення потужності, обертального моменту та кількості обертів за хвилину. Навички роботи з тахометром, механічним та електричним стартером. Регулювання двигунів, підбір оптимального режиму роботи. Технічне обслуговування двигунів перед і після роботи.

5.2. Будова та принцип роботи поршневих двигунів. Паливо та паливні системи.

Теоретична частина. Поршневі двигуни. Принцип роботи та будова двигунів. Призначення частин двигуна. Компресійні двигуни та двигуни з розжарювальним запаленням.. 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 охорони праці при виготовленні палива та запуску двигунів.

Практична частина. Виготовлення паливних систем та фільтрів. Виготовлення паливних сумішей для різних видів двигунів. Охорона праці при роботі з паливними сумішами. Виготовлення заправочних пристроїв. Виготовлення стенду для запуску двигунів. Запуск двигунів внутрішнього згоряння руками та стартерами, їх регулювання. Вимірювання кількості обертів та статичної тяги двигунів внутрішнього згорання. Технічне обслуговування двигунів після роботи. Аналіз роботи деталей та систем двигунів.

5.3. Електричні двигуни. Види та принцип дії.

Теоретична частина. Електричні двигуни: Колекторні і безколекторні. Будова та принцип дії. Види з'єднання обмоток електродвигунів. Підбір та принцип дії регулятора обертів та силових акумуляторів. Види силових акумуляторів. Підбір оптимального повітряного гвинта.

Практична частина. Виготовлення стенду для запуску і перевірки електродвигунів. Зарядка акумуляторів. Зняття основних показників електричних колекторних і безколекторних двигунів. Аналіз отриманих даних. Підбір повітряних гвинтів, регуляторів обертів для електродвигунів. Технічне обслуговування електродвигунів та електроустаткування.

Розділ 6. Проектування та виготовлення моделей за вибором (111 год.)

6.1 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 планерів F-1-H та F-1-A, моделі літаків з гумовим двигуном F-1-G та F-1-B,

таймерних моделей літаків F-1-P та моделі з електричним двигуном F-1-Q.

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

Практична частина. Заготовлення рейок для лонжеронів, кромek з дерева та карбону. Виготовлення стрингерів. Вирізування нервюр крила й оперення. Обклеювання нервюр вуглепластиком у вакуумі. Вирізування нервюр алмазним диском. Склеювання лонжеронів та карбонових полок. Обробка кевларовими нитками. Приклеювання напівнервюр до лонжерону. Виготовлення стапелю для дебоксів. Приклеювання дебоксу до носика крила. Виготовлення стапелів для складання крил. Складання центроплану крила. Складання «вушок». Стиковка «вушок» із центропланом. Доробка крила за профілем. Виготовлення вузлів кріплення крила до фюзеляжу. Зміцнення кореневої нервюри, встановлення гачка кріплення крил. Виготовлення фюзеляжу, пілона. Виготовлення моторами для таймерної моделі. Виготовлення бобики повітряного гвинта гумомоторної моделі. Вирізування та склеювання бокових частин, проведення тяг керування, виготовлення та встановлення моторної рами. Обробка вирізу для встановлення механічного та електронного таймеру. Виготовлення посадкового пристрою. Виготовлення пристрою для кріплення стабілізатора. Перевірка та регулювання роботи таймеру.

6.2. Кордові моделі літаків чемпіонатних класів.

Теоретична частина. Основні напрями в розвитку кордових моделей. Схеми моделей, їх дані. Норми FAI до моделей. Проектування та виготовлення робочих креслень моделей: моделі швидкісного літака F-2-A, моделі пілотажного літака F-2-B, моделі гоночного літака F-2-C, моделі "повітряного бою" F-2-D. 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. Способи побудови шаблонів гвинтів. Робота дерев'яного, карбонового та пластмасового гвинта. Характеристики двигунів. Види та способи 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 польоту.

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, штирове, 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, формовані тощо. Вимоги до міцності. Кріплення моторної рами, таймера й інших пристроїв. Вагові дані.

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

Способи регулювання обертів двигуна. Конструктивні рішення. Хвостове оперення. Вимоги до конструкції. Розміщення та кріплення оперення. Вагові дані оперення.

Практична частина. Заготівлення рейок для лонжеронів, кромок з дерева та карбону, стрингерів. Вирізування нервюр крила й оперення. Виготовлення стапелю. Складання центроплану крила. Складання «вушок». Стиковка «вушок» із центропланом. Виготовлення та встановлення качалки та тяг керування. Доробка крила за профілем. Виготовлення вузлів кріплення крила до фюзеляжу. Виготовлення фюзеляжу. Вирізування та склеювання бокових частин, проведення тяг керування, виготовлення та встановлення моторної рами.

Виготовлення оперення. Складання стабілізатора, кіля, навішування руля поворотів, встановлення кабанчиків тощо.

Виготовлення паливної системи. Паяння бачка та встановлення бачка. Склеювання фюзеляжу, обробка його поверхні, лакування.

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

Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі, установочних кутів, балансування, роботи двигуна і автоматики.

Проведення запусків моделей. Доводка роботи двигуна, регулювання установочних кутів крила, стабілізатора, руля поворотів, осі нахилу двигуна. Запуск моделей на повну потужність двигуна. Відпрацювання злету та посадки, відповідних фігур пілотажу.

6.3. Кордові моделі-копії F-4-B.

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.

Вибір прототипу для копіювання, масштабу копіювання, механізації. Складання програми польоту та визначення кількості набраних очок за коефіцієнтами й якістю виконання демонстрацій, що замовляються.

Розробка ескізного проекту: розмір, вага, несучі площі, висота стояків шасі, внутрішніх об'єктів, розмір обтічників двигуна.

Розробка кінематики прибирання та випускання шасі, регулювання двигуна, прибирання та випускання щитків, закрилків, скидання парашутистів, бомб тощо.

Виготовлення робочого ескізу. Розробка конструкції крила, фюзеляжу,

оперення, кріплення двигуна, розміщення паливної системи. Детальне опрацювання конструкції та розміщення механізмів для виконання демонстрацій у польоті.

Матеріали та технології, які 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. Виконання робочих креслень моделей. Виготовлення рейок для лонжеронів, кромки, стрингерів. Вирізування нервюр крила, оперення, шпангоутів, кінцівки.

Виготовлення закрилків, щитків, елеронів. Складання крила, встановлення механізації та систем керування. Виготовлення качалок, кабанчиків та тяг.

Виготовлення оперення, рулів висоти та повороту, навішування рулів.

Виготовлення фюзеляжу, моторної рами. Вклеювання моторної рами та монтаж шасі.

Паливна система. Паяння та встановлення бачка (бачків). Складання моделі. Монтаж механізації, виконавчих механізмів. Підготовка моделей до обтягування. Шпатлювання, нанесення ґрунту. Доробка поверхонь.

Обтягування моделей. Лакування. Фарбування. Нанесення розпізнавальних знаків.

Встановлення двигуна (двигунів). Перевірка балансування моделі.

Запуск моделей. Доведення режиму роботи двигуна (двигунів) у польоті. Тренування. Відпрацювання запуску двигуна, старту, посадки, програми польоту (демонстрацій).

Розділ 7. Радіокеровані та експериментальні моделі. Дослідницька робота (72 год.)

7.1. Особливості радіокерованих та експериментальних моделей.

Різновиди матеріалів, конструкцій та радіоапаратури керування.

Теоретична частина. Особливості радіокерованих та експериментальних моделей. Пілотажні моделі, моделі-копії, моделі "повітряного бою" та гоночні моделі. Експериментальні моделі літаків, літаків FPV. Загальні вимоги FAI. Аеродинаміка радіокерованої моделі, експериментальної моделі Аеродинаміка крила. Форми крил у плані. Параметри моделей. Профілі крил. Керовані поверхні, кути відхилень.

Радіоапаратура керування, її можливості, частоти роботи. Кількість команд. Особливості керування. Комплекс фігур вищого пілотажу. Особливості його виконання. Різновиди відеопередавачів та відеоприймачів для моделей FPV. Види автопілотів, способи встановлення, з'єднання та експлуатації. Частоти на яких працюють відеопристрої. Можливості практичного застосування моделей FPV для сільського господарства, охорони лісів, нафто та газопроводів, моніторингу посівів.

Практична частина. Розробка проекту за допомогою ПК. Побудова математичної моделі літака. Виготовлення креслень на ПК. Заготовка рейок із дерева та карбону для кромки, лонжеронів, стрингерів, бокових поверхонь фюзеляжу.

Встановлення автопілоту, відеоапаратури. Паяння роз'ємів, регулювання та тести відеокамер, відеопередавача та відеоприймача.

Встановлення сервоприводів, приймача, акумуляторів живлення. Перевірка роботи всіх систем моделі.

7.2. Дослідницька робота. Технології виготовлення. Розробка проекту, виготовлення основних вузлів і агрегатів.

Теоретична частина. Конструкції. 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 пластинчастим, штирьовим й іншими видами кріплення.

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.

Вимоги до силових акумуляторів. Способи кріплення та підключення електродвигунів і регуляторів обертів.

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. Заготівлення рейок для лонжеронів, кромок з дерева та карбону, стрингерів. Вирізування нервюр крила й оперення. Виготовлення стапелю. Складання центроплану крила. Складання «вушок». Стиковка «вушок» із центропланом. Виготовлення та встановлення качалки та тяг керування. Доробка крила за профілем. Виготовлення вузлів кріплення крила до фюзеляжу. Виготовлення фюзеляжу. Вирізування та склеювання бокових частин, проведення тяг керування, виготовлення та встановлення моторної рами.

Виготовлення оперення. Складання стабілізатора, кіля, навішування руля поворотів, встановлення кабанчиків тощо.

Виготовлення паливної системи. Паяння бачка та встановлення бачка. Склеювання фюзеляжу, обробка його поверхні, лакування.

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

Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі, установочних кутів, балансування, роботи двигуна і автоматики. Перевірка роботи автопілоту, систем OSD, відеообладнання та монітору.

Проведення запусків моделей. Доводка роботи двигуна, регулювання установочних кутів крила, стабілізатора, руля поворотів, осі нахилу двигуна.

7.3. Складання моделей та перевірка геометричних і вагових параметрів. Підготовка до змагань.

Теоретична частина. Види та способи складальних робіт. Способи складання авіамоделей: стапелі, пристрої для складальних робіт. Вимоги до розміщення апаратури управління та виконавчих механізмів. Вагові та геометричні параметри моделей. Склад стартового обладнання для запуску моделей та проведення змагань. Правила FAI. Правила та безпека при запуску моделей.

Практична частина. Монтаж рульових машинок у крилі, фюзеляжі, розміщення приймача, акумуляторів живлення. Встановлення двигуна, контроль балансування, розміщення апаратури керування.

Складання моделі та підготовка до обтягування. Обтягування та лакування моделі. Особливості обтягування кольоровим скотчем. Виготовлення повітряних гвинтів методом стругання та формовки у формі.

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 на ПК. Усунення недоліків.

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

Доведення балансування та системи керування. Підготовка до змагань.

Розділ 8. Регулювання моделей, тренувальні запуски. Правила проведення змагань й участь у змаганнях (36 год.)

8.1. Підготовка моделей до експлуатації.

Теоретична частина. Відомості про підготовку моделей до експлуатації. Перевірка надійності роботи двигунів ДВС та електричних, паливної системи, зарядних пристосувань, автоматичних пристроїв, остаточна доробка.

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

Регулювання на 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 та радіокерованих моделей).

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

8.2. Стартові пристосування. Методи улаштування моделей в контейнери.

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

Практична частина. Виготовлення стартових пристосувань для запуску моделей та проведення змагань. Виготовлення контейнерів для транспортування моделей. Навішування петель та ручок фарбування та оздоблення контейнерів встановлення відсіків для крил, стабілізатора, фюзеляжу та стартових пристроїв.

8.3. Тренувальні запуски вільнолітаючих, радіокерованих та експериментальних моделей. Участь у змаганнях.

Теоретична частина. Способи регулювання моделей, 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). Підготовка моделей до змагань. Умови проведення змагань, визначення результатів і правила проведення змагань. Обов'язки та права судді й учасника змагань.

Практична частина. 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 мінімум 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.

Участь у змаганнях. Вибір місця старту. Оцінка метеорологічних умов. 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.

9. Екскурсії, конкурси, виставки (18 год.)

Екскурсії на авіаційні підприємства, до аеропорту, до вищих навчальних закладів, на технічні виставки.

Зустріч із пілотами авіації, ветеранами вітчизняної авіації, учасниками бойових дій, з провідними спортсменами-авіамоделістами Полтави.

Бесіди з історії авіації, космонавтики, авіамоделного спорту. Бесіди з профорієнтації. Участь у Всеукраїнському конкурсі-захисті МАН. Зліт юних любителів науки, винахідництва і раціоналізаторства, Всеукраїнських змагань вільнолітаючих та радіокерованих авіамоделей.

Участь у різноманітних конкурсах та виставках. Організація та проведення масових заходів.

10. Підсумок (3 год.)

Підведення підсумків роботи гуртка. Оцінювання роботи кожного гуртківця. Теоретичний залік. Узагальнення знань, умінь та навичок гуртківців. Звітна виставка робіт гуртківців.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці повинні знати:

- правила охорони праці в приміщенні гуртка та в механічній майстерні;
- порядок організації й обладнання робочого місця;
- відомості про історію авіації і 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, властивості та методи формування деталей із карбону;

- різновиди вимірювальних і розмічальних інструментів, інструментів і пристроїв для пиляння деревини, фанери, пінопласту, карбону для обпилювання та шліфування, для поперечного та поздовжнього пиляння деревини та композитів, інструментів для стругання, для свердління отворів, для обробки металів на токарному верстаті;
- будову свердлильного, токарного та фрезерного верстатів;
- прийоми й елементи вирішення винахідницьких задач;
- основи роботи на персональному комп'ютері;
- правила безпеки при запуску авіамоделей;
- порядок регулювання моделі планера;
- порядок запуску вільнолітаючих, кордових та радіокерованих моделей.

Вихованці повинні 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, пінопласту, деревини та композитних матеріалів;
- виконувати поперечне та поздовжнє пиляння, виготовляти й обробляти вироби з пінопласту, деревини, композитів, 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 та експериментальні моделі літаків;
- запускати вільнолітаючі, кордові та радіокеровані моделі літаків;
- вирішувати конструкторські задачі;
- виконувати за допомогою персонального комп'ютера розрахунки та будувати креслення авіамоделей.

У вихованців мають бути сформовані компетентності:

пізнавальна — ознайомлення з технічними видами спорту, основами авіаційних наук і технологій; оволодіння знаннями про основні технологічні прийоми проектування та виготовлення авіамоделей;

практична — набуття техніко-технологічних умінь і навичок, практичних навичок у проектуванні авіамоделей різного функціонального призначення, їх регулюванні та запуску; оволодіння технологіями виготовлення різних класів моделей за кресленнями та власної конструкції й

їхньої експлуатації, роботи з різними інструментами та матеріалами;

творча – набуття майстерності виготовлення авіамоделей, розвиток технічного мислення, конструкторських здібностей, підтримання стійкого інтересу до технічної творчості;

соціальна – виховання культури праці; професійне самовизначення, обґрунтований вибір професії з урахуванням власних інтересів та здібностей; розвиток позитивних якостей особистості: працелюбності, наполегливості, відповідальності.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

№	Основне обладнання	К-сть
<i>Верстати</i>		
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-7	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 дріль	1
18.	Слюсарні лещата різні	3
<i>Прилади, пристосування, інструменти та приладдя</i>		
1.	Секундомір	3
2.	Терези (електронні ваги)	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.	Зубило	1
16.	Готовальні	1-2
17.	Пінцети	3
18.	Круглогубці	5
19.	Свердла по металу від 1 до 10 мм	20
20.	Штангенциркулі механічні та електронні	2
21.	Лещата ручні, малогабаритні	5
22.	Зарядний пристрій для акумуляторів	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 дерев'яні, металеві)	20
30.	Набір різьбонарізних інструментів	1
31.	Прилад для вимірювання напруги і току	1
32.	Кутники	10
33.	Прищіпки білизняні	20
34.	Викрутки	5
35.	Електропаяльники	3
36.	Бруски для заточування	2
37.	Гравери електричні	2
38.	Персональний комп'ютер	1

ЛІТЕРАТУРА

1. Авиамодельный спорт. Информационные материалы. – М.: ДОСААФ СССР, 1980. – С. 100.
2. Гаевский А. Ю. Самоучитель работы на персональном компьютере. / А. Ю. Гаевский – К: А.С.К., 2005. – С. 480. ISBN 9660539-413-4.
3. Голубев Ю. А., Камышев Н. Й. Юному авиамodelисту. / Ю. А Голубев., Н. Й. Камышев– М.: Просвещение, 1979. – С. 218.
4. Гончаренко В. В. Как люди научились летать. / В. В. Гончаренко – К.: Веселка, 1979. – С. 85.
5. Зигуненко С.Н. Я познаю мир. Авиация и воздухоплавание. / С.Н. Зигуненко – М.: А.С.Т., 2001. – С. 300.
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 // Позашкільня. – 2009. – № 4. – С. 8–14.
 9. Лагутин О.В. Самолет на столе. / О.В. Лагутин – М: ДОСААФ, 1988. – С. 119 – ISBN: 5-7030-0057-2.
 10. Ляшенко Н. В., Исаенко В. Й. Авиамоделирование. / Н. В. Ляшенко В. Й Исаенко – К.: Рад. шк., 1979. – С. 180.
 11. Олейник Ю. Авиамодели. / Ю. Олейник // Моделист – 2010. – № 4 (30) – С. 28-31.) – ISBN: 1815-8161.
 12. Павлов А. П. Твоя первая модель. / А. П. Павлов – М.:ДОСААФ СССР, 1979. – С. 180 .
 13. 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., С. 2004. – 256. – ISBN: 966-8291-22-0.
 14. Полісун Н. І. Як стати дослідником / Н. І. Полісун Посібник для вчителів. – К.: ТОВ «Інформаційні системи», С. 2010. – 223.
 15. Роговой Ю. Изучаем 3Д- пилотаж. / Ю. Роговой //Моделист – 2009. – № 5 (25) – С. 31-32.) – ISBN: 1815-8161.
 16. Рожков В. С. Авиамодельный кружок. / В. С. Рожко в– М.: Просвещение, 1978. – С. 158.
 17. Тамберг Ю.Г. Развитие интеллекта ребёнка. / Ю.Г. Тамберг – СПб: Речь, 2002. – С. 208.
 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. / Г.Т. Черненко Энциклопедия. – СПб.: Тимошка, 2000. – С. 216.
 20. Pawel Włodarczyk. Modelarstwo lotnicze i kosmiczne. / Włodarczyk Pawel – Warszawa, 2001. – С. 384.
 21. Walter Diem.Die schönsten Drachen bauen und fliegen. / Diem Walter – Berlin, 2001. – С. 260.