**ПРОГРАМА гуртка авіамоделювання**

*Основний і вищий рівень*

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Авіамоделювання — поширений вид технічної творчості. Це одне з улюблених занять учнівської молоді, масовий технічний вид спорту, що допомагає ознайомитися зі світом авіації.

Метою програми є формування компетентностей особистості в проце­сі авіамоделювання.

Основні завдання полягають у формуванні таких компетентностей:

* *пізнавальної:* ознайомлення з технічними видами спорту; основа­
ми авіаційних наук і технологій, поняттями про основні технологічні при­
йоми проектування та виготовлення авіамоделей;
* *практичної:* набуття техніко-технологічних умінь і навичок; нав­
чання технологій виготовлення різних класів моделей за кресленнями й
власної конструкції та їхньої експлуатації; практичних навичок у проекту­
ванні авіамоделей різного функціонального призначення, їхнього регулю­
вання та запуску, робота з різним інструментом;
* *творчої:* формування майстерності виготовлення авіамоделей, роз­
виток технічного мислення, конструкторських здібностей, стійкого інтере­
су до технічної творчості;
* *соціальної:* виховання культури праці; професійне самовизначення,
обгрунтований вибір професії з урахуванням власних інтересів та здібностей;
формування й розвиток позитивних якостей емоціонально-вольової сфери
особистості: працелюбства, наполегливості, відповідальності.

Програма спрямована на розвиток просторової уяви, поглиблення шкільних знань у галузі практичного конструювання різноманітних лі­тальних об'єктів. В основі програми — особистісно орієнтоване навчання, що враховує потреби кожного гуртківця, його здібності, уміння та навич­ки і допомагає в повній мірі виявити та проявити творчий потенціал учнів.

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

Програма передбачає триступеневу форму організації навчально-виховного процесу.

Програма гуртка авіамоделювання основного рівня першого року навчання розрахована на учнів 10-12 років. На опрацювання навчального матеріалу відводиться 144 год (4 год на тиждень). Теоретичні заняття пере­дують практичній роботі, що сприяє застосуванню знання на практиці, сві­домій і творчій роботі гуртківців над виготовленням моделей.

Перед початком роботи над моделлю кожний гуртківець повинен ознайомитися з конструкцією літального апарата, призначенням вузлів, деталей, його аеродинамічними характеристиками. Усі моделі слід виго­товляти за ескізами та кресленнями. Корисно проводити нескладні розра-

63

хунки площі крила, стабілізатора, перерізів деталей, маси моделі, викорис­товуючи мікрокалькулятор або персональний комп'ютер.

Керівнику гуртка необхідно підтримувати гуртківців та заохочувати їх до самостійних конструкторських і технологічних рішень при виготов­ленні деталей і вузлів моделей.

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

Керівник гуртка сприяє розвитку творчих здібностей учнів, проводить конкурси та захисти фантастичних проектів, а також ознайомлює з еле­ментами вирішення конструкторських задач і заохочує учнів до участі у конкурсах і виставках науково-технічної творчості.

Значну увагу в роботі з учнями слід приділяти набуттю практичних навичок роботи на комп'ютері при вирішенні конкретних конструктор­ських задач. Необхідно виробити в них ставлення до комп'ютера як до необхідного інструмента в повсякденній роботі.

Протягом навчального року проводяться тематичні екскурсії на вис­тавки технічної творчості, в лабораторії авіамоделювання, на підприємст­ва авіаційної промисловості. Це дає можливість розширити знання учнів про сучасне виробництво, конструкції літальних апаратів.

Програма гуртка авіамоделювання основного рівня другого року нав­чання розрахована на підлітків 12-15 років. На опрацювання навчального матеріалу відводиться 216 гол (6 год на тиждень). У гуртках другого року навчання учні поглиблюють знання з авіаційної техніки й авіамоделізму, будують вільнолітаючі та кордові літаючі моделі нечемпіонатних конструкцій і моделі ракет.

Теоретичні заняття, як правило, повинні передувати практичній роботі. Такий підхід готує гуртківців до свідомої та творчої роботи над моделями, вчить застосовувати теоретичні знання на практиці.

Усі моделі слід виготовляти за ескізами та кресленнями. За такої умови гуртківці вчаться читати креслення, складати їх, що розвиває просторову уяву.

Корисно також проводити обчислення площі крила, стабілізатора, перерізів деталей, маси моделі, використовуючи прикладні програми для персональних комп'ютерів.

Перед початком роботи над моделлю кожний гуртківець повинен ознайомитися з конструкцією літального апарата, його аеродинамічними характеристиками та призначенням вузлів і деталей.

Керівнику гуртка необхідно підтримувати та заохочувати гуртківців до самостійних конструктивних і технологічних рішень при виготовленні деталей і вузлів моделей, домагатися, щоб усі роботи з побудови моделей виконувалися точно й ретельно та були доведені до кінця. Значному підви­щенню якості навчання сприяє демонстрація на виставках і конкурсах гото­вої моделі, її деталей, вузлів та агрегатів, захист проектів і конструктор­ських рішень. Важливе місце в практичній роботі гуртка належить льотним випробуванням моделей, тренувальним запускам та участі у змаганнях.

Значна увага приділяється подальшому розвитку творчих здібностей вихованців. Вони продовжують ознайомлення й набуття практичних нави­чок у вирішенні конструкторських задач різними методами та прийомами роботи.

Робота на комп'ютері має систематичний характер. Гуртківці повинні оволодіти прийомами роботи з різними пакетами прикладних програм.

64

Програма орієнтовна, тому керівник гуртка при плануванні своєї роботи повинен ураховувати інтереси гуртківців, ступінь їхньої підготовки, реальні можливості та матеріальну базу позашкільного закладу.

Програма гуртка авіамоделювання вищого рівня навчання передбачає індивідуальне навчання і розрахована на юнаків 14-18 років. На опра­цювання навчального матеріалу відводиться 360 год (10 год на тиждень). Кількість вихованців у гуртку вищого рівня навчання становить 3-5 учнів.

Програма передбачає поглиблене вивчення основ аеродинаміки, мате­ріалознавства, володіння основами проектування та конструювання, во­лодіння технологією обробки різних матеріалів і навичками самостійної роботи на станках та обладнанні, вільне володіння прийомами вирішення конструкторсько-технологічних задач і роботи на комп'ютері. Гуртківці повинні самостійно здійснювати проектно-технологічну діяльність, уміти працювати в колективі, свідомо приймати рішення та нести за них від­повідальність, передбачати наслідки власних дій, уміти поєднувати індиві­дуальні потреби та бажання з інтересами команди та членів гуртка.

Об'єктами роботи гуртка є вільнолітаючі та кордові літаючі моделі чемігіонатних конструкцій, радіокеровані моделі, спортивні моделі ракет та експериментальні літаючі моделі.

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. Уся ро­бота повинна мати творчий і науково-дослідницький характер.

Програмою передбачена дослідницька робота у секції МАН. Основ­ними напрямами цієї роботи є: виявлення впливу форми профілю крила та дії турболізаторів крила на якість планування моделі, дослідження крил із різним подовженням і конфігурацією, роботи з доробки мікродвигунів для підвищення їх потужності, експериментальні моделі ракет, дослідження впливу геометричної форми моделі на її стабільний політ, типи парашутних систем для моделей ракет, моделі ракетопланів із м'яким крилом, одночас­ний запуск трьох ракетних двигунів на старті, багатоступеневі моделі ракет.

Перед початком експериментальної роботи необхідно ознайомити гуртківця з методикою проведення досліджень. Для цього необхідно скласти проект роботи, у якому передбачити: програми дій, план виконан­ня робіт, очікувані результати роботи. Провести теоретичні дослідження й підкріпити їх практичними дослідами. Результати роботи заслуховуються на засіданні наукової секції гуртка.

Особливою формою експериментальної роботи є виготовлення мо­делей для встановлення авіамодельних рекордів. Ця робота потребує глибокого знання теорії польоту, а також технології виготовлення літаю­чих моделей. Робота над моделлю має експериментальне-дослідницький характер і включає в себе всі попередні етапи.

Ця програма орієнтовна. Керівник гуртка сам може визначати, скільки годин потрібно для засвоєння тієї чи іншої теми, із чого розпочинати робо­ту. На період літніх канікул складається додатковий план підготовки та участі гуртківців у змаганнях з урахуванням навчально-тематичного плану.

Програма гуртка може використовуватись під час проведення занять у групах індивідуального навчання, які організовуються відповідно до По­ложення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в по­зашкільних навчальних закладах.

65

Зміст програми реалізується за допомогою сучасних педагогічних тех­нологій освіти: проектної технології й технології формування творчої осо­бистості.

Технологія проектування передбачає: розв'язання учнем або групою учнів певної проблеми; використання різноманітних методів, засобів нав­чання; інтегрування знань, умінь із різних галузей науки, техніки, творчос­ті. Навчальне проектування орієнтоване на самостійну діяльність учнів — індивідуальну, парну або групову, упродовж визначеного відрізка часу.

Технологія формування творчої особистості передбачає визнання учня головною дійовою фігурою навчально-виховного процесу, створення в гуртку середовища пізнання, у якому реалізуються творчі здібності учнів, розвивається мислення та формується творча особистість.

Програма підготовлена з урахуванням Державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти з трудового навчання, математики, фізики, інформатики.

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

*Основний рівень, перший рік навчання* ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  | Розділ, тема  | Кількість годин  |
| усього  | теоретичні  | практичні  |
| 1  | Вступне заняття  | 2  | 2  | -  |
| 2  | Теоретичні основи польоту літаючих мо­делей  | 2  | 2  | -  |
| 3  | Матеріали та інструменти для виготов­лення моделей  | 8  | 2  | 6  |
| 4  | Технологія виготовлення літаючих моделей  | 6  | 2  | 4  |
| 5  | Авіамодельні двигуни. Гумомотор  | 6  | 2  | 4  |
| 6 6.1 6.2  | Проектування та виготовлення літаючих моделей: моделі літальних апаратів, легших за повітря; моделі літальних апаратів, важчих за повітря  | 72 (20) (52)  | 48  | 16 44  |
| 7  | Регулювальні та тренувальні запуски мо­делей  | 26  | 4  | 20  |
| 8  | Основи технічної творчості. Елементи вирішення винахідницьких задач. Прийо­ми проектування на ПК  | 12  | 4  | 8  |
| 9  | Екскурсії, конкурси, вистави, бесіди  | 8  | -  | 8  |
| 10  | Підсумкове заняття  | 2  | 2  | -  |
| Разом  | 144  | 32  | ПО  |

66

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

**1. Вступне заняття** (2 **год)**

Відомості з історії розвитку авіації та авіамоделізму. Авіамоделізм — технічний вид спорту. Ознайомлення з історією гуртка, показ моделей лі­таків, планерів, повітряних зміїв. Програма гуртка на навчальний рік. Умови роботи гуртка. Техніка безпеки.

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

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

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

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

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

Гума, папір, нитки, синтетичні плівки.

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

Папір. Види паперу: цигарковий, калька, конденсаторний, ватман, мі-калентний. їх застосування та призначення.

Нитки. Види ниток: швацькі, синтетичні.

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

Клей і технологія склеювання.

Фізико-хімічні основи склеювання. Адгезія. Види клеїв. Клеї, що сох­нуть, і клеї, що полімеризуються. Технологія підготовки поверхонь, тех­нологія склеювання. Вибір клею. Техніка безпеки при роботі з клеями.

Контрольно-вимірювальні інструменти. Лінійка, косинець, транспортир.

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

Інструменти для обпилювання. Рашпілі, напилки, надфілі, лещата нас­тільні, ручні. Затискачі. Струбцини малі, шпильки (голки).

Інструменти для свердління. Спіральні свердла, ручні дрилі.

Інструменти для монтажу. Викрутки монтажні, молотки, пінцети, плоскогубці, круглогубці, гострогубці (бокові, монтажні), ключі Ґанкові (прості).

***Практична робота.*** Обробка деревини. Розмітка та розмічальний інструмент. Способи та види обробки деревини й матеріалів із неї: стру­гання, пиляння, шліфування.

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

Технологія обробки паперу, картону, фанери та деревини. Відомості про порядок виготовлення моделей, послідовність роботи. Способи кон-

67

тролю правильності виготовлення окремих деталей моделі за шаблонами. Організація робочого місця. Зберігання деталей і вузлів моделей.

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

**5. Авіамодельні двигуни. Гумомотор (6 год)**

Авіаційні двигуни. Типи авіамодельних двигунів. Технологія виготов­лення гумомотора. Вибір та обробка гуми. Допоміжні пристрої. Робота гу-момотора та його зберігання.

***Практична робота.*** Виготовлення гумомотора.

**6. Проектування та виготовлення літаючих моделей** (72 **год)**

Види найпростіших моделей літальних апаратів, їх призначення, за­гальні вимоги. Моделі літальних апаратів, легших і важчих за повітря.

**6.1. Моделі літальних апаратів, легших за повітря (20 год)**

Повітряні кулі (аеростати), стратостати, дирижаблі — літальні апара­ти, легші за повітря. Поняття про закон Архімеда стосовно до газів. Осно­ви польоту теплової та газонаповненої повітряної кулі. Історія розвитку світового повітроплавання. Застосування повітряних куль, стратостатів і дирижаблів у господарстві.

Моделі повітряних куль. Будова моделей повітряних куль. Матеріали, що використовуються при виготовленні моделі. Вибір матеріалів для виго­товлення кулі.

***Практична робота.*** Побудова креслення смуги (викрійки). Виготов­лення шаблону. Способи склеювання смуг кулі та горловини. Зарівнюван­ня полюсного отвору та кріплення петлі для утримування кулі під час підіг­рівання повітря. Особливості наповнення кулі теплим повітрям і запуску у вільний політ; техніка безпеки. Способи визначення висоти польоту.

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

Способи створення піднімальної сили. Крило, несівний гвинт, двигун. Поняття про двигун і рушій. Основні типи літальних апаратів: планер, лі­так, вертоліт. Створення піднімальної сили плоскої пластинки. Нахили не-сівних поверхонь до зустрічного потоку повітря як одна з умов створення піднімальної сили. Залежність піднімальної сили від площі несівних повер­хонь і швидкості польоту.

Моделі повітряних зміїв. Повітряний змій — найдавніший літальний апарат. Застосування повітряних зміїв київським князем Олегом під час взяття Царгорода (906). Повітряні змії в Стародавньому Китаї. Застосу­вання повітряних зміїв М. В. Ломоносовим під час роботи з визначення природи блискавки та дослідження верхніх шарів атмосфери. Робота винахідника радіо О. С. Попова зі зміями-антенами. Піднімання на повіт­ряному змії винахідника літака О. Ф. Можайського. Види повітряних зміїв (плоскі, коробчасті, спеціальних форм), їх будова.

Плоскі повітряні змії. Будова: несівні поверхні (каркас, обшивка), хвіст, вуздечка, леєр. Залежність піднімальної сили від площі, кута атаки та сили вітру. Пристрій для запуску змія. Технологія виготовлення плоских прямокутних і фігурних зміїв.

***Практична робота.*** Виготовлення каркаса, обшивки, кріплення хвоста, вуздечки, леєра. Регулювання змія: добір довжини та маси хвоста, кута атаки. Запуски змія. Методи визначення швидкості вітру за місцеви-

68

ми ознаками. Способи визначення кута стояння та висоти польоту. Гур­ткові змагання.

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

***Практична робота.*** Виготовлення шаблонів і викроювання полот­нищ купола. Склеювання або зшивання купола. Виготовлення та кріплен­ня строп на куполі. Виготовлення та кріплення вантажу. Запуски парашута з рук, із самоспуском, зі змія (доставка до змія за допомогою «поштаря»). Регулювання швидкості опускання за допомогою зміни маси вантажу.

Кімнатні моделі для початківців: Р-1-1Ч (кімнатний метальний планер) і Р-1-М (мікромодель літака) та схематичні літаючі моделі. Паперові та бальзові (пінопластові) моделі планерів і літаків. Загальне поняття про ос­новні частини планера, літака та їх моделі. Руль висоти й руль повороту, їх принцип дії. Технологія виготовлення найпростіших паперових моде­лей. Ознайомлення зі зразком готової моделі, її кресленням.

***Практична робота.*** Викреслювання за шаблонами чи клітинками де­талей моделі, вирізування, складання й регулювання моделей класу Р-1-К Р-1-М. Техніка запуску моделей. Правила проведення змагань.

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

***Практична робота.*** Обробка деталей за розмітками та шаблонами: рейки-фюзеляжу, вантажу, ребер крил і стабілізатора, кабанчика, нервюр, заокруглень кінців крил, стабілізатора та кіля. Звіряння форм і розмірів виготовлених частин моделі з робочими кресленнями. Скріплення рейки-фюзеляжу з вантажем. Складання кіля, стабілізатора. Складання крила. Перевірка точності встановлення нервюр і рівності установочних кутів обох половин крила. Встановлення кабанчика на крило. Обтягування кри­ла, стабілізатора та кіля цигарковим папером. Складання моделі.

Виготовлення схематичної моделі літака. Обробка деталей за розміт­ками та шаблонами: рейки-фюзеляжу, ребер крил і стабілізатора, нервюр, заокруглень кінців крила, стабілізатора та кіля. Звіряння форм і розмірів заготовлених частин моделі з робочими кресленнями. Складання кіля, ста­білізатора. Складання крила. Перевірка точності встановлення нервюр і рівності установочних кутів обох половин крила. Обтягування крила, ста­білізатора та кіля папером або плівкою.

Виготовлення повітряного гвинта й підшипника до нього. Виготов­лення гумомотора й установлення його на модель. Визначення центра ва­ги фюзеляжу з установленим на ньому повітряним гвинтом, хвостовим оперенням і гумомотором. Встановлення гвинта. Складання моделі.

**7. Регулювальні та тренувальні запуски моделей (26 год)**

Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі. Регулювання ус­тановочних кутів атаки. Балансування та центрування моделі. Усунення виявлених недоліків. Тренувальні запуски моделі з рук на дальність польо-

69

ту й точність приземлення. Запуски моделі із леєром. Регулювання схема­тичної моделі літака на планування. Запуск з неповністю закрученим гумо-мотором і з'ясування характеристик моторного польоту. Виправлення не­доліків. Запуск моделі з повністю закрученим гумомотором, доводка моде­лі. Гурткові змагання.

***Практична робота.*** Регулювання схематичної моделі планера й лі­така на планування. Тренувальні запуски моделей. Гурткові змагання.

**8. Основи технічної творчості. Елементи вирішення винахідницьких задач. Прийоми проектування на ПК (12 год)**

Роль винахідників і раціоналізаторів у розвитку науки та техніки. Ви­датні українські конструктори й учені О. К. Антонов, С. П. Корольов та їх внесок у світову науку.

Робота з довідковою та спеціальною літературою. Огляд журналів «Юний технік», «Моделіст-конструктор», «Аерохобі» та інших видань з авіації та моделювання. Бесіди з історії розвитку авіації в Україні та у світі.

Ознайомлення з елементами творчого вирішення конструкторських задач. Розробка та захист фантастичних проектів.

Основи роботи на ПК. Графічні редактори. Техніка безпеки при робо­ті з ПК.

***Практична робота.*** Розробка та захист фантастичного проекту лі­тального апарата.

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

Побудова технічних малюнків і креслень моделей за допомогою ПК. Захист проектів.

**9. Екскурсії, конкурси, виставки, бесіди (8 год)**

Екскурсії на аеродром, у навчальний заклад авіаційного профілю.

Участь у конкурсах і масових заходах навчального закладу. Підготов­ка й участь у виставках технічної творчості.

Бесіда «Україна як провідна авіаційна та космічна держава».

Бесіди на теми «Повітроплавання»: «Перший політ на повітряній кулі винахідника-самоука Крякутного», «Д. І. Менделєєв і К. Е. Ціолков-ський— засновники повітроплавання», «Основи польоту апаратів, лег­ших за повітря. Повітряні кулі».

Бесіди на теми «Повітряні змії»: «Повітряні змії — найдавніший лі­тальний апарат», «Застосування М. В. Ломоносовим повітряних зміїв для дослідження природи блискавки», «Робота О. С. Попова зі зміями-антена-ми», «Будова та види повітряних зміїв».

Бесіди й екскурсії на теми «Планер»: «Планер — безмоторний літаль­ний апарат у перші роки розвитку авіації», «Типи планерів: навчальні, спортивні, мотопланери».

Бесіди й екскурсії на теми «Літак»: «Типи авіаційних двигунів», «Пер­ші конструкції літаків», «Літак конструкції російського винахідника О. Ф. Можайського», «Літак конструкції американських винахідників братів Райт», «Видатні авіаконструктори». «Творчість видатних авіаконс­трукторів О. К. Антонова, А. М. Туполєва, С. В. Ільюшина, О. С. Яковлє-ва, 1.1. Сікорського».

70

Бесіди й екскурсії на теми «Космонавтика»: «Космічний корабель», «Перший космонавт Землі Ю. О. Гагарін», «Перші американські астронав­ти на Місяці», «Постійна Міжнародна орбітальна станція», «Автоматичні космічні апарати», «Дослідження планет Сонячної системи міжпланетни­ми космічними зондами».

**10. Підсумкове заняття (2 год)**

Підведення підсумків роботи гуртка за навчальний рік. Характеристи­ка роботи кожного гуртківця.

Узагальнення знань, умінь, навичок гуртківців. Виставка кращих ро­біт. Нагородження кращих гуртківців.

Показові запуски моделей.

*Основний рівень, другий рік навчання* ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  | Розділ, тема  | Кількість годин  |
| усього  | теоретичні  | практичні  |
| 1  | Вступне заняття  | 3  | 3  | -  |
| 2  | Аеродинаміка літаючих моделей та осно­ви авіамодельної метеорології  | 6  | 3  | 3  |
| 3  | Авіамодельне матеріалознавство та інс­трументи для виготовлення моделей  | 6  | 3  | 3  |
| 4  | Технологія виготовлення літаючих моделей  | 6  | 3  | 3  |
| 5  | Проектування та виготовлення вільнолі-таючих моделей нечемігіонатних класів  | 54  | 6  | 48  |
| 6  | Проектування та виготовлення кордових контурних моделей  | 54  | 6  | 48  |
| 7  | Авіамодельні двигуни  | 12  | 3  | 9  |
| 8  | Правила проведення та участь у змаган­нях з авіамодельного спорту  | 6  | 3  | 3  |
| 9  | Регулювальні та тренувальні запуски мо­делей і участь у змаганнях  | 24  | 3  | 21  |
| 10  | Моделі ракет  | 15  | 3  | 12  |
| 11  | Основи технічної творчості. Елементи вирішення винахідницьких задач. Прийо­ми проектування на ПК  | 21  | 6  | 15  |
| 12  | Екскурсії, конкурси, вистави  | 6  | -  | 6  |
| 13  | Підсумкове заняття  | 3  | 3  | -  |
| Разом  | 216  | 45  | 171  |

71

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

**1. Вступне заняття** (3 **год)**

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

Авіамоделізм — технічний вид спорту. Класи сучасних спортивних авіамоделей: вільнолітаючі, кордові, радіокеровані. Демонстрування гото­вих зразків моделей.

Правила проведення змагань. Розрядні нормативи.

Порядок роботи гуртка. Обговорення річного плану роботи. Техніка безпеки під час роботи в гуртку. Організаційні питання.

**2. Аеродинаміка літаючих моделей**

**та основи авіамодельної метеорології (6 год)**

Поняття про аеродинаміку як науку. Вплив форми тіла на характер об­тічності. Поняття про ламінарний, турбулентний і межовий шар. Закон Бернуллі. Рух пластини в повітрі. Виникнення піднімальної сили, кут атаки.

Профіль крила. Особливості обтічності крила.

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

Поняття про аеродинамічні коефіцієнти Сх і Су та критичні кути ата­ки профілю.

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

Хмари, їх різновиди. Конвекція та турбулентність атмосфери. Терміч­ні висхідні та низхідні потоки, умови їх утворення.

Відомості про погоду, необхідну для запусків моделей.

***Практична робота.*** Побудова профілю крила за допомогою таб­лиць.

Розрахунки параметрів моделі планера. Визначення метеорологічних умов для запуску моделей.

**3. Авіамодельне матеріалознавство**

**та інструменти для виготовлення моделей (6 год)**

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

Сталь. Види сталей: конструкційні, вуглецеві, інструментальні.

Алюміній та алюмінієві сплави. Види алюмінієвих сплавів, їх фізико-механічні властивості.

Припої. Види припою: твердий і м'який. Флюси. Застосування припоїв і флюсів.

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

Контрольно-вимірювальні інструменти: штангенциркуль, кутомір, мікрометр, різці товарні: прохідні, підрізні, відрізні, розточні. Техніка без­пеки при роботі в майстерні на верстатах.

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

72

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

Технологія заготівельних робіт.

Виготовлення дерев'яних рейок невеликого перерізу: лонжеронів, кро­мок, стрингерів (для набірних конструкцій).

Виготовлення нервюри в пакеті (постійного і змінного перерізу). Об­робка деталей за розмітками й шаблонами.

Виготовлення деталей із листового металу.

Обробка деталей на металорізальних верстатах: свердлильних, токар­них, фрезерних і заточних.

Технологія складальних робіт.

Складання несівних поверхонь моделей за кресленням і у стапелі.

Складання фюзеляжів. Складання та встановлення систем керування. Шасі, паливний бачок, таймерний механізм.

Складання втулок гумомоторних моделей. Перевірка стиковки дета­лей моделі та установочних кутів.

Технологія обтягування моделей мікалентним папером, тканиною, синтетичними плівками.

Технологія оздоблювальних робіт.

Нанесення написів та обробка за трафаретом, декалькоманія. Фарбу­вання мікалентного паперу аніліновими барвниками.

***Практична робота.*** Виготовлення дерев'яних рейок невеликого пе­рерізу: лонжеронів, кромок, стрингерів. Виготовлення нервюри в пакеті. Обробка деталей за розмітками й шаблонами.

**5. Проектування та виготовлення вільнолітаючих моделей нечемпіонатних класів** (54 **год)**

Вільнолітаючі моделі: планер класу Р-1-Н формули А-1, гумомоторна модель класу Р-1-О, таймерна модель Р-1-Р з мікродвигуном об'ємом до 1,5 смз. Схеми моделей, статистичні дані, основні напрямки їх розвитку. Параметри моделей. Профілі та форми крила у плані. Аеродинаміка кри­ла. Форми фюзеляжів, конструктивні особливості. Хвостове оперення.

Стійкість при буксуванні на леєрі, стійкість у вільному польоті.

Конструкція. Матеріали, які застосовуються, вагові характеристики деталей, вузлів та агрегатів.

***Практична робота.*** Виконання робочих креслень моделей. Виго­товлення рейок для лонжеронів, кромок, стрингерів. Вирізування нервюри крила й оперення. Складання центроплану й «вушок». З'єднування «ву­шок» із центропланом. Виготовлення, приклеювання й доробка кінцівок крила. Доробка крила за профілем.

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

Виготовлення гвинтів гумомоторної і таймерної моделей. Виготовлен­ня втулки, моторної рами та наливного бачка.

Складання моделей. Перевірка установчих кутів і геометричних пара­метрів моделей.

Фарбування та прасування паперу. Обтягування й лакування моделей. Використання сучасних матеріалів для обтягування й оздоблення моделей. Виготовлення стартових пристосувань.

73

**6. Проектування та виготовлення
кордових контурних моделей** (54 **год)**

Кордові моделі: швидкісна модель класу Р-2-А, пілотажна модель кла­су Р-2-В, гоночна модель класу Р-2-С, модель-напівкопія класу Р-4-В.

Схеми моделей, статистичні дані. Основні напрями в розвитку кор­дових моделей. Параметри моделей. Профілі крил. Особливості систем керування та силових установок. Вимоги до двигунів, повітряних гвинтів, паливних систем, шасі. Конструкції фюзеляжів.

***Практична робота.*** Виконання робочих креслень моделей. Виго­товлення рейок для лонжеронів, кромок, стрингерів. Вирізування нервюри крила, оперення, шпангоутів, кінцівок.

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

Виготовлення оперення, рулів висоти й повороту, навішування рулів.

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

Паливна система. Паяння й установлення бачка (бачків). Складання моделі. Монтаж механізації, виконавчих механізмів. Підготовка моделей до обтягування. Шпаклювання, нанесення Грунту. Доробка поверхонь.

Обтягування моделей. Лакування. Фарбування. Нанесення розпізна­вальних знаків.

Установлення двигуна (двигунів). Перевірка балансування моделі.

**7. Авіамодельні двигуни (12 год)**

Гумові двигуни. Фізико-механічні властивості гуми. Авіамодельні гу­ми та їх характеристики. Обробка гумового мотора. Зберігання та особли­вості експлуатації.

Двигуни внутрішнього згоряння. Будова двотактних мікролітальних двигунів. Принцип роботи двигуна. Паливні суміші. Порядок їх приготу­вання та зберігання. Правила експлуатації мікродвигунів. Техніка безпеки.

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

**8. Правила проведення та участь**

**у змаганнях з авіамодельного спорту (6 год)**

Правила змагань для моделей чемпіонатних класів РАЇ та для моделей нечемпіонатних і національних класів і категорій. Положення про змаган­ня. Права та обов'язки учасників змагань. Техніка безпеки.

***Практична робота.*** Вибір площадки для запуску вільнолітаючих мо­делей. Гарантування безпеки при запуску кордових моделей. Правила по­водження на кордодромі й аеродромі. Надання першої медичної допомоги.

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

Запуск вільнолітаючих моделей. Перевірка геометричних і вагових параметрів моделей, установочних кутів і балансування. Запуск моделі з рук. Доводка центрування. Запуски моделей із леєра. Запуски моделей із гумомотором (на неповну потужність). Доводка моторного польоту, регу­лювання установочних кутів крила та стабілізатора, осі нахилу втулки по-

74

вітряного гвинта. Доводка 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. Робота механіків з обслуговування моделей під час змагань. Робота екіпажів у кла­сі гоночних моделей. Польоти в парі або трійці в класі гоночних моделей.

***Практична робота.*** Тренувальні польоти на аеродромі та кордо­дромі. Підготовка та участь у змаганнях.

**10. Моделі ракет (15 год)**

Принцип реактивного руху. Будова, устрій і призначення ракет. Історія ракетобудування. Космонавтика. Україна — потужна космічна держава.

Ракетомодельний спорт. Правила РАЇ з ракетомодельного спорту. Вимоги до моделей ракет.

Сили, які діють на модель ракети в польоті. Матеріали, які застосову­ються для виготовлення моделей ракет. Модельні ракетні двигуни (МРД). Дистанційний запуск. Техніка безпеки при виготовленні та запуску моде­лей ракет.

***Практична робота.*** Виготовлення моделі ракети зі стрічкою класу 8-6-А. Виготовлення корпусу, стабілізаторів, головного обтікача, стрічки для спуску моделі.

Складання та регулювання моделі, її оздоблення. Підготовка МРД і встановлення його на модель. Запуски моделей ракет.

**11. Основи технічної творчості. Елементи вирішення винахідницьких задач. Прийоми проектування на ПК (21 год)**

Організація роботи інженера на виробництві. Конструктор-технолог. Методи наукової організації праці на виробництві. Методологія вирішен­ня конструкторських задач.

Робота з літературою. Видатні вчені, конструктори та інженери. Роз­виток інженерної думки в Україні. Бесіди з історії розвитку авіації в Укра­їні та у світі.

Ознайомлення з прийомами творчого вирішення конструкторських задач. Поняття про алгоритм. Розробка та захист проектів експеримен­тальних моделей. Прийоми роботи на ПК. Прикладні програми. Техніка безпеки при роботі з ПК.

***Практична робота.*** Розробка та захист проекту експериментальної моделі літального апарата.

Вирішення конструкторських задач за допомогою методів теорії вирі­шення винахідницьких задач. Складання алгоритму вирішення конструк­торсько-технологічної задачі з виготовлення моделі.

Розрахунки параметрів моделі на ПК. Побудова технічних рисунків і креслень моделей за допомогою ПК.

**12. Екскурсії, конкурси, виставки (6 год)**

Екскурсії на підприємства, виставки та до музеїв. Участь у різноманіт­них конкурсах, виставках, змаганнях. Організація та проведення різнома­нітних масових заходів.

75

**13. Підсумкове заняття (3 год)**

Підведення підсумків роботи гуртка за навчальний рік, характеристика роботи кожного гуртківця. Узагальнення знань, умінь, навичок гуртківців.

Обговорення перспектив роботи гуртка в літній період. Виставка кра­щих робіт. Нагородження кращих гуртківців.

Показові запуски моделей.

*Вищий рівень, перший і наступні роки навчання*

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  | Розділ, тема  | Кількість годин  |
| усього  | теоретичні  | практичні  |
| 1  | Вступне заняття  | 3  | 3  | -  |
| 2  | Аеродинаміка літаючих моделей  | 18  | 12  | 6  |
| 3  | Авіамодельне матеріалознавство  | 15  | 6  | 9  |
| 4  | Технологія виготовлення літаючих моделей  | 21  | 12  | 9  |
| 5  | Авіамодельні двигуни  | 24  | 6  | 18  |
| 6  | Проектування та виготовлення моделей за вибором: вільнолітаючі моделі чемігіо-натних класів, кордові моделі та кордові моделі-коігії літаків чемпіонатних класів або моделі ракет чемпіонатних класів  | 150  | ЗО  | 120  |
| 7  | Проектування й виготовлення радіокеро-ваних, рекордних та експериментальних моделей. Експериментальна й дослідниць­ка робота  | 72  | 18  | 54  |
| 8  | Регулювання моделей, тренувальні запус­ки. Правила проведення змагань та участь у змаганнях  | 42  | 12  | ЗО  |
| 9  | Екскурсії, конкурси, виставки  | 12  | -  | 12  |
| 10  | Підсумкове заняття  | 3  | 3  | -  |
| Разом  | 360  | 102  | 258  |

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

**1. Вступне заняття (3 год)**

Аналіз роботи гуртка за минулий рік. Обговорення плану роботи гуртка на навчальний рік. Організаційні питання. Інструктаж із техніки безпеки.

Авіація та космонавтика на сучасному етапі науки й техніки. Спортив­ні класи моделей. Перспективи розвитку авіації. Значення та можливості використання літаючих моделей.

76

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

Поняття про аеродинаміку як науку. Елементарні відомості з аероди­наміки. Повітря та опір тіл, що рухаються в ньому. Зручнообтічна форма. Залежність опору від форми тіла.

Вплив форми тіла на характер обтічності. Поняття про ламінарний, турбулентний і межовий шар.

Закон Бернуллі. Рух пластинки в повітрі.

Виникнення піднімальної сили, кут атаки. Профіль крила. Особливос­ті обтічності крила.

Аеродинамічні труби. Призначення та застосування аеродинамічних труб. Труби високих і малих швидкостей. Схема й будова аеродинамічних труб. Продувні моделі. Поняття про критерії подібності.

Аеродинамічні та геометричні характеристики. Розмах, звуження, по­довження, хорда, кут поперечного «V» та площа крила. Форми крила у плані. Стріловидність. Крилові авіамодельні профілі, застосування, вибір профілю. Поняття про аеродинамічні коефіцієнти Сх і Су та критичні ку­ти атаки профілю. Поляра та якість крила.

Льотні характеристики. Політ моделі. Умови горизонтального стало­го прямолінійного польоту. Планерування. Політ із набором висоти, тра­єкторія польоту. Стійкість. Поняття про стійкість. Поздовжня та бокова стійкість, роль оперення. Балансування. Коефіцієнти стійкості. Урахуван­ня особливостей моделей.

Аеродинамічні схеми. Класична схема, «качка», «літаюче крило». Роз­міщення крила та оперення. Поняття про інтерференцію частин моделі.

Повітряні гвинти. Форми гвинтів. Аеродинамічні та геометричні ха­рактеристики гвинтів. Поняття про легкий, важкий та оптимальний гвинт.

***Практична робота.*** Розрахунок геометричних параметрів моделі планера та кордової моделі літака. Побудова профілю. Розрахунок пара­метрів гвинта. Виготовлення гвинта. Спосіб побудови перетину гвинта.

Виготовлення шаблонів гвинта. Визначення коефіцієнта корисної дії гвинта. Добір гвинта для двигуна.

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

Метали та сплави, їх застосування та обробка. Загальні властивості металів. Фізико-механічні та технологічні властивості.

Сталь. Види сталей: конструкційні, вуглецеві, інструментальні.

Алюміній та алюмінієві сплави. Види алюмінієвих сплавів, їх фізико-механічні властивості.

Припої. Види припою: твердий і м'який. Флюси. Застосування припо­їв і флюсів.

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

Контрольно-вимірювальні інструменти: штангенциркуль, кутомір, мікрометр. Токарні різці: прохідні, підрізні, відрізні, розточні. Техніка без­пеки при роботі в майстерні на верстатах.

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

Гума. Сира й вулканізована гума. Напівфабрикати з вулканізованої гуми: листи, стрічки, нитки, їх призначення. Сорти авіамодельних гум для

77

гумових моторів; їх характеристики. Вироби для моделей, що виготовля­ються шляхом вулканізації сирої гуми. Пристрої та способи вулканізації. Вулканізація в лабораторних умовах.

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

Папір. Види паперу. Застосування та призначення.

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

Клей і технологія склеювання. Фізико-хімічні основи склеювання. Ад­гезія. Види клеїв. Клеї, що сохнуть, і клеї, що полімеризуються. Технологія підготовки поверхонь, технологія склеювання. Міцність клейових з'єд­нань. Вибір клею. Техніка безпеки під час роботи з клеєм.

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

***Практична робота.*** Прийоми токарної обробки металів. Зато­чування різців. Заточування фрез. Прийоми фрезерування. Хімічне фрезе­рування. Види та способи обробки шліфуванням. Прийоми роботи з полі­рувальними кругами й пастами. Притирання, пристосування та прийоми роботи.

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

Поняття про технологію виготовлення літаючих моделей. Технологія заготівельних робіт. Виготовлення дерев'яних матриць і пуансонів для формування виробів. Технологія виготовлення деталей із листового мета­лу. Відомості про формування пластмасових деталей. Обробка на метало­різальних верстатах: токарних, фрезерних, свердлильних.

Технологія складальних робіт. Технологія складання фюзеляжів (набірні конструкції, монококові та ін.). Технологія паяння бачків, шасі та інших виробів. Технологія складання втулок гумомоторної моделі. Техно­логія виготовлення повітряних гвинтів.

Технологія оздоблювальних робіт: шпаклювання, Грунтування, фарбу­вання моделей олійними, нітро- та синтетичними лакофарбовими матеріа­лами. Нанесення написів та обробка за трафаретами, декалькоманія.

***Практична робота.*** Паяння бачка, шасі та інших деталей. Оздоб­лення моделі: Грунтування, шпаклювання, фарбування, лакування, виго­товлення трафаретів. Нанесення написів і малюнків на модель.

**5. Авіамодельні двигуни (24 год)**

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

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

Поняття про газорозподіл і продувку. Поняття про дросельну та зов-

78

нішню характеристику двигуна. Потужність і крутний момент. Формула для визначення потужності двигуна. Способи визначення потужності.

Паливо. Процес згоряння у двигунах. Теплотворна здатність палива. Склад і види палива для компресійних двигунів та двигунів із розжарю-вальним запаленням. Присадки до палива: антидетонаційні, мийні, охо­лоджуючі та такі, що збільшують потужності. 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. Техніка безпеки.

***Практична робота.*** Запуски двигунів внутрішнього згоряння, їх ре­гулювання. Запуск МРД на стенді.

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

**Вільнолітаючі моделі чемпіонатних класів**

Основні напрями в розвитку моделей. Схеми моделей, їх дані та двигуни, що застосовуються. Норми ФАІ. Поняття про проектування та виготовлен­ня робочих креслень моделей: моделі планера Р-1-А, гумомоторної моделі літака Р-1-В, таймерної моделі літака Р-1-С, мікромоделі літака Р-1-О.

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

Аеродинаміка фюзеляжу. Форми фюзеляжів, поперечний переріз (мі-дель), засоби зменшення опору фюзеляжів. Аеродинаміка оперення. Про­філі, установочні кути та ін.

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

Способи компенсації реактивного моменту повітряного гвинта. Тра­єкторія польоту моделі, швидкість польоту по траєкторії, по вертикалі. Характеристики моторного та ширяючого польоту. Застосування переба-лансування моделі в польоті.

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

Балансування моделі: у тиху, вітряну, спекотну погоду.

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

Крило. Конструкції, то застосовуються, вимоги до жорсткості та міц­ності. Набірне крило, крило зі зшивкою носика профілю, із жорсткою обшивкою, тришарові й комбіновані конструкції та ін. Вузол стиковки крила: нерозбірне крило, штиркове, підкісне, пластинчасте кріплення та ін. Переваги й недоліки тинів кріплень.

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

Конструкції моторних рам: дерев'яних, металевих. Вимоги до міцнос­ті та жорсткості. Посадочні пристрої.

79

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

***Практична робота.*** Заготовлення рейок для лонжеронів, кромок, стрингерів. Вирізування нервюри крила й оперення. Складання центро­плану крила. Складання «вушок». Стикування «вушок» із центропланом. Доробка крила за профілем. Виготовлення вузлів кріплення крила до фю­зеляжу. Виготовлення фюзеляжу, пілона. Вирізування та склеювання боко­вий, установлення шпангоутів, проведення тяг керування, виготовлення та встановлення шпангоутів зі шпильками для кріплення моторної рами. Від-бортовка вирізу для встановлення таймера. Виготовлення посадкового пристрою.

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

Виготовлення паливної системи й таймера. Паяння бачка, переробка годинникового механізму, встановлення його на плату, проведення тяг.

Установлення бачка. Склеювання фюзеляжу, обробка його поверхні, лакування.

Підготовка моделі до обтягування. Фарбування та прасування паперу (підготовка синтетичної плівки). Обтягування моделі. Наклеювання папе­ру (плівки), лакування поверхонь. Виготовлення стартового пристрою для запуску двигунів та ін.

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

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

**Кордові моделі літаків чемпіонатних класів**

Основні напрями в розвитку кордових моделей. Схеми моделей, їх дані. Норми ФАІ для моделей. Проектування та виготовлення робочих креслень моделей: швидкісного літака Р-2-А, пілотажного Р-2-В, гоночного Р-2-С і повітряного «бою» Р-2-В, а також моделі-коігії Р-4-В.

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

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

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

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

80

Конструкції крила, що застосовуються: набірні зі зшивкою носика про­філю, із жорсткою обшивкою. Кріплення крила: гумовою стрічкою, нероз-німне. Крило із закрилками. Конструкція закрилків та способи їх кріплення.

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

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

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

Вимоги до керування. Качалки-трійники, тяги, співвідношення плеч, матеріали, втулки, люфти в керуванні тощо. Вимоги до міцності та жорс­ткості. Надійність з'єднань.

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

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

***Практична робота.*** Заготовка рейок для лонжеронів, кромок, стрингерів. Вирізування нервюри крила. Складання крила. Складання зак­рилків, навішування.

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

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

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

Складання моделі. Уклеювання крила у фюзеляж, монтаж керування, заклеювання боковий фюзеляжу, монтаж шасі тощо.

Доробка поверхні. Підготовка моделі до обтягування. Шпаклювання поверхонь, Грунтування. Обтягування. Лакування. Фарбування. Встанов­лення двигуна, перевірка балансування, виготовлення повітряних гвинтів.

Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі, установочних кутів, балансування, паливної системи та двигуна. Доробка моделі.

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

**Кордові моделі-копії літаків чемпіонатних класів**

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

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

Розробка ескізного проекту. Орієнтовне визначення розмірів, ваги, несівних площ височини стояків шасі, внутрішніх об'єктів розміру мото-гондол тощо.

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

81

Виготовлення робочого рисунка. Розробка конструкції крила, фюзеля­жу, оперення, кріплення двигуна, розміщення паливної системи. Детальна проробка конструкції та розміщення механізмів для виконання демонстра­ції в польоті.

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

Конструкції крила, що застосовуються: набірні із зашивкою носика профілю, із жорсткою обшивкою, тришарові та ін.

Механізація крила: закрилки, щитки, механізми їх відхилень.

Конструкції фюзеляжів, що застосовуються: набірні, монококові, на-Ігівмонококові, змішані, комбіновані та ін.

Конструкції та розміщення моторних рам.

Вимоги до міцності та жорсткості. Шасі, вимоги до жорсткості, міц­ності. Шасі, які прибираються і не прибираються. Механічний та електро­механічний привід випускання й прибирання шасі.

Система керування. Вимоги до жорсткості, міцності та надійності. Ка­чалки керування, тяги, з'єднання, кронштейни та їх кріплення, люфти в з'єднаннях тощо. Паливна система. Особливості роботи. Паливні бачки, їх установлення.

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

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

**Моделі ракет чемпіонатних класів**

Основні напрями в розвитку моделей ракет. Норми ФАІ. Статистичні дані.

Схеми моделей ракет чемпіонатних класів: 8-1-А/В — на висоту польо­ту; 8-3-А — на тривалість польоту з парашутом; 8-4-А — моделі планерів із прискорювачем; 8-6-А — на тривалість польоту зі стрічкою; 8-5-В/С — моделі-коігії ракет на висоту польоту; 8-7 — моделі-копії ракет на реалізм польоту; 8-8-В/Е/Р — моделі реактивних планерів на тривалість польоту; 8-9-А — моделі ракет на тривалість польоту з авторотацією.

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

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

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

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

Особливості корпусів моделей ракет і фюзеляжів ракетопланів. Вимо­ги до них. Конструктивні особливості фюзеляжів. Монококові та змішані

82

конструкції. Силові частини корпусу ракети та фюзеляжів. Кріплення МРД.

Міцність корпусу ракети та фюзеляжів і посадочного пристосування.

Крило для моделей класу 8-4-А, 8-8-В/Е/Р. Конструкції, що застосову­ються. Суцільнодерев'яне крило з обкантовкою кромок, тришарове з мета­левою, дерев'яною, пластмасовою обшивкою та заповнювачем.

Вимоги до конструкції стабілізаторів та оперення. Розміщення та кріп­лення.

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

***Практична робота.*** Виготовлення моделей за індивідуальним пла­ном. Виготовлення корпусу моделі ракети з паперу. Підготовка оснастки. Вирізування заготовки. Склеювання. Обробка поверхні.

Виготовлення корпусу моделі із синтетичних матеріалів із застосуван­ням полімерних смол. Підготовка оснастки. Вирізування заготовки. Фор­мування корпусу. Термічна обробка. Доведення поверхні корпусу моделі.

Виготовлення стабілізаторів для моделей ракет. Вибір матеріалу. Вирі­зування заготовки. Обробка поверхні стабілізаторів.

Вирізування заготовки для крила ракетоплана, обкантовка, обробка за профілем. Виготовлення набірної конструкції крила. Виготовлення нервюри, кромок крила та стрингерів. Складання крила на стапелі.

Обробка заготовок для фюзеляжу, склеювання заготовок, обробка об­тічника. Розмічування осьових ліній, вирізи під крило, стабілізатор.

Обробка заготовки для стабілізатора та кіля ракетоплана, розмічування, обробка за профілем, навішування рулів висоти й повороту, кріплення качалок.

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

Виготовлення голосного обтічника.

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

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

Складання моделі. Регулювання, центрування. Остаточна обробка по­верхні; шпаклювання, Грунтування, фарбування, полірування поверхні.

Виготовлення стартових пристосувань для запуску моделей ракет і ра­кетопланів.

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

**7. Проектування та виготовлення радіокерованих,**

**рекордних та експериментальних моделей. Експериментальна й дослідницька робота** (72 **год)**

Особливості радіокерованих, експериментальних і рекордних моде­лей. Радіокеровані моделі планерів і літаків. Радіокеровані пілотажні мо-

83

делі, моделі-коігії та гоночні моделі. Експериментальні та рекордні моделі літаків. Загальні вимоги ФАІ.

Радіоапаратура керування, її можливості. Кількість команд. Особли­вості керування. Комплекс фігур вищого пілотажу, затверджений ФАІ. Особливості його виконання.

Аеродинаміка радіокерованої моделі планера, експериментальної мо­делі планера, рекордної моделі літака. Аеродинаміка крила. Форми крил у плані. Параметри моделей. Профілі крил. Керовані поверхні, кути відхи­лень.

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

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

Крило. Вимоги до міцності та жорсткості. Конструкції, що застосову­ються; набірні — зі зшивкою носика профілю (кесонні), набірні із жорс­ткою обшивкою. Конструкції елеронів, їх навішування.

Вузли кріплення крила до фюзеляжу: суцільне крило, що закріплюєть­ся гумовою стрічкою, роз'ємне крило з пластинчастим, штирковим та ін­шими видами кріплень.

Фюзеляж. Вимоги до міцності та жорсткості. Конструкції, що застосо­вуються: набірні із жорсткою обшивкою боковий, напівмонококові 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. Буксирувальні гачки та шасі. Схеми шасі, ви­моги до міцності та жорсткості, їх кріплення, конструкція.

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

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

***Практична робота.*** Розробка проекту за допомогою ПК. Побудова математичної моделі літака. Виготовлення креслень на ПК. Заготовлення рейок для кромок, лонжеронів, стрингерів, боковий фюзеляжу.

Вирізання нервюри крила, оперення. Складання крила, елеронів, опе­рення та рулів висоти і поворотів. Навішування рулів та елеронів. Виго­товлення вузлів стикування. Складання фюзеляжу. Виготовлення мотор­ної рами, паливної системи, шасі.

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

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

Перевірка геометричних і вагових параметрів моделі, контроль уста­новчих кутів, балансування, роботи двигуна, паливної системи, апаратури

84

керування. Запуск моделі. Стійкість буксирування на леєрі. Стійкість у го­ризонтальному польоті.

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

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

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

**8. Регулювання моделей, тренувальні запуски. Правила проведення змагань та участь у змаганнях (42 год)**

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

Поняття про стартове пристосування та інструмент. Транспортування моделей у контейнерах, ящиках, чемоданах тощо, відповідно до транспор­тних засобів для збереження моделей.

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

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

Регулювальні польоти на малому газі, доводка балансування, системи управління, режиму роботи двигуна тощо (для радіокерованих моделей).

Передпольотні та Ігісляпольотні огляди: перевірка роботи двигуна, систем, ремонт.

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

Виконання комплексу фігур вищого пілотажу, затвердженого ФАІ, в різних метеоумовах. Польоти гоночних моделей у складі трьох екіпажів. Польоти моделей повітряного «бою» у складі двох екіпажів.

Відпрацювання запуску та регулювання двигуна в обмежений час. Від­працювання старту та злагодженості роботи екіпажу (пілота й механіка). Відпрацювання комплексу фігур прямого та зворотного пілотажу.

Підготовка моделей до змагань і рекордних спроб. Умови проведення змагань, визначення результатів і правила проведення змагань. Обов'язки і права судді та учасника змагань.

Участь у змаганнях, рекордні спроби. Вибір місця старту. Оцінка метео­рологічних умов. Прилади та пристрої для визначення наявності й інтен­сивності висхідних потоків поблизу землі. Особливості експлуатації моде­лей у різних метеорологічних умовах. Спортивна тактика. Фізична та пси­хологічна підготовка спортсменів.

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

Екскурсії на підприємства, до аеропорту, до вищого навчального зак­ладу, на виставки та до музеїв.

85

Зустріч із льотчиками цивільної авіації, ветеранами вітчизняної авіації, учасниками бойових дій, з провідними спортсменами-авіамоделістами.

Бесіди з історії авіації, космонавтики, авіа- та ракетомодельного спор­ту. Бесіди з профорієнтації.

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

10. **Підсумкове заняття** (3 год)

Підведення підсумків роботи гуртка в цілому: виготовлення моделей, участь у змаганнях, виставках, суспільне корисна праця тощо. Оцінка роботи кожного гуртківця. Теоретичний залік. Узагальнення знань, умінь і навичок гуртківців.

Звітна виставка робіт гуртківців.

Вручення значків і посвідчень гуртківцям, які виконали спортивні нор­мативи. Обговорення плану роботи гуртка на період літніх канікул і на майбутній навчальний рік.

Інструктаж гуртківців щодо роботи у таборах і самостійної роботи під час літніх канікул. Показові виступи кращих гуртківців.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

*Учні мають знати:*

* правила безпеки праці в приміщенні гуртка та механічній майстерні;
* порядок організації та обладнання робочого місця;
* відомості про історію авіації, космонавтики та авіамоделізм;
* властивості повітря;
* типи літальних апаратів;
* піднімальну силу та центр ваги тіла;
* порядок виготовлення моделей;
* побудову креслення;
* послідовність виготовлення моделі за кресленням;
* властивості паперу та пінопласту;
* технологію роботи з папером і пінопластом;
* технологію склеювання паперу та пінопласту;
* пиломатеріали та породи дерев, які використовують для виготов­
лення авіамоделей, їх властивості;
* властивості металів і пластмас;
* технологію обробки металів і пластмас;
* вимірювальний і розмічувальний інструмент;
* інструмент і пристрої для пиляння деревини, фанери, пінопласту;
* інструмент для обпилювання та шліфування;
* інструмент для поперечного і поздовжнього пиляння деревини;
* інструмент для стругання;
* інструмент для свердління отворів;
* інструмент для обробки металів на токарному верстаті;
* будову свердлильного верстату;
* будову токарного та фрезерного верстатів;
* прийоми та елементи вирішення винахідницьких задач;
* основи роботи на персональному комп'ютері;

86

* правила безпеки при запуску авіамоделей і моделей ракет;
* порядок регулювання моделі планера;
* порядок запуску вільнолітаючих, кордових, радіокерованих моде­
лей і моделей ракет.

**Учи/ *мають уміти:***

* організовувати робоче місце;
* обирати за кресленням моделі необхідний матеріал для її виготовлення;
* визначати порядок виготовлення окремих елементів моделі;
* наносити розмічувальні лінії;
* виготовляти модель або окремі елементи моделі з паперу та пінопласту;
* виконувати поперечне та поздовжнє пиляння;
* виготовляти та обробляти вироби з пінопласту;
* виконувати свердління отворів;
* виконувати з'єднання деталей за допомогою склеювання;
* виготовляти окремі елементи з проволоки та тонколистового металу;
* виготовляти деталі моделі на токарному та фрезерному верстатах;
* проектувати й виготовляти схематичну модель планера та літака;
* проектувати й виготовляти вільнолітаючі, кордові, радіокеровані,
рекордні та експериментальні моделі;
* проектувати й виготовляти моделі ракет;
* запускати вільнолітаючі, кордові та радіокеровані моделі;
* запускати моделі ракет;
* вирішувати найпростіші конструкторські задачі;
* виконувати за допомогою персонального комп'ютера розрахунки
та будувати креслення авіамоделей.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ГУРТКА АВІАМОДЕЛЮВАННЯ

Верстати, інструменти та обладнання

К-сть, шт.

Верстати, інструменти та обладнання

К-сть, шт.

Верстат свердлильний
(настільний)
Електроточило
Верстат «Умілі руки»
Верстат токарний
Верстат фрезерний
Електролобзик
Ножі (складаний, скальпелі,
НМ-1) 15

Рубанки 5

Лобзики (з пилками) 15

Ножівки по дереву (різні) З
Ножиці 15

Напилки (різні) ЗО

Надфілі (набір) 5

Лещата (малогабаритні) 5

Молотки (50-100 г) 5

Плоскогубці 5

Круглогубці 5

Гострогубці 5

Викрутки 5

Електропаяльник З
Дриль ручний

(з набором свердел) 1

Бруски для заточування 2
Лінійки 500 мм

(дерев'яні, металеві) 15
Циркулі (учнівські) 15
Штангенциркуль
(учнівський) 5
Транспортир 15
Терези з рівновагами 1
Олівці, гумки, копіюваль­
ний папір, пензлі 15

87

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Авиамодельньш спорт. Информационньїе материальї. — М.: Изд-во
ДОСААФ СССР, 1980. — 100 с.
2. *Гаевский А. Ю.* Самоучитель работьі на персональном компьютере. —
К.ІА.С.К., 2001. —312с.
3. *Голубеє Ю. А., Камьішев Н. Й.* Юному авиамоделисту. — М.: Прос-
вещение, 1979. — 218 с.
4. *Гончаренко В. В.* Как люди научились летать. — К.: Веселка, 1979. —
85с.
5. *Зшуненко С. Н. Я* познаю мир. Авиация й воздухоплавание. — М.:
А.С.Т., 2001. —300с.
6. *Ляшенко Н. В., Исаенко В. Й.* Авиамоделирование. — К.: Рад. шко­
ла, 1979.
7. *Павлов А. ТІ.* Твоя первая модель. — М.: Изд-во ДОСААФ СССР,
1979.—180с.
8. *Пєхота О. М.* Освітні технології. — К.: А.С.К., 2001. — 252 с.
9. *Рожков В. С.* Авиамодельньш кружок. — М.: Просвещение, 1978. — 158 с.
10. *Тамберг Ю. Г.* Развитие интеллекта ребенка. — СПб.: Речь, 2002. —
208с.
11. *Черненко Г. Т.* Русские изобретатели й ученьїе. Знциклопедия. —
СПб.: Тимошка, 2000. — 216 с.
12. *Раиіеі Т№ІосіагсгуЬ.* Мо<іе1аг8І\уо Іоіпісге і Ісозтісгпе. — \Уагзга\уа.
2001. —384с.
13. *УГаІІег Оіетп.* Оіе зсЬопзІеп ОгасЬеп Ьаиеп ип<1 Ше§еп. — ВегНп,
2001. —260с.