

А.А. Оразбаева^{1*}, Л.А. Смагулова¹, С.А. Омарова²

¹І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: asel.oralbaeva@mail.ru

3DS MAX - ОТАНДЫҚ МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ САЛАСЫНДАҒЫ ҚИЫНДЫҚТАРДЫ ШЕШУДІҢ БІР ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ

Аңдатпа

Жас ұрпақтың негізгі тәрбие құралы – анимациялық мультфильмдер тарихына үңілсек, биыл бұл салаға 130 жыл болады. Қазіргі таңда көптеген шет мемлекеттер мультипликация нарығын қарқынды дамытып, жүйелі қаржы көзіне айналдырған. Мысалы, әлемге әйгілі «Маша и медведь» мультфильміне салынған алғашқы қаражат көлемі 3 миллион доллар болса, 2015 жылғы кассалық жиын 225 миллион долларды құраған, ал қазіргі таңда бұл көрсеткіш тіптен өсіп келеді. Ал, отандық мультипликация саласының даму қарқыны ақсап келе жатқаны жасырын емес. Сонау жетпісінші жылдары жақсы дамып, әртүрлі фестивальдардан жүлделі орындар алып жүрген қазақ анимациясы қазіргі уақытта көптеген тоқырауды басынан өткеріп, еңсесін көтере алмай жатқаны өкінішті – ақ. Осындай мәселелерді зерттей келе, бұл мақаланы жазудағы негізгі мақсатымыз – еліміздің зиялы қоғамы қазақ мультипликациясына назар аударып, ғалымдарымыздаң осы саланың қайта жандануына ат салысса екен деген ниеттеміз. Сонымен қатар, мультипликация саласындағы қиындықтарды шешуге жасалған бір қадам ретінде 3d max программасының мүмкіндіктерін қолдану қарастырылады. Мультипликация саласын дамыту үшін осындай программаларды жастарға көптеп үйретсек, нұр үстіне нұр болар еді деген ойдамыз.

Түйін сөздер: мультипликациялық фильм, анимация, студия, модельдеу, графика, 3ds max программасы.

Аннотация

А.А. Оразбаева¹, Л.А. Смагулова¹, С.А. Омарова²

¹Жетісуский университет имени И.Жансугурова, г. Талдықорған, Казахстан

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

3DS MAX-КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МУЛЬТИПЛИКАЦИИ

Одним из главных средств воспитания подрастающего поколения считаются мультипликационные фильмы, которым в этом году исполняется 130 лет. В настоящее время многие зарубежные страны активно развивают рынок мультипликации, превращая его в систематический источник финансирования. К примеру, объем первых средств, вложенных в всемирно известный мультфильм «Маша и медведь», составил 3 миллиона долларов, тогда как кассовый сбор 2015 года составил 225 миллионов долларов, а сейчас этот показатель имеет тенденцию расти. К сожалению, темпы развития отечественной анимационной индустрии хромает. Казахская анимация, которая хорошо развивалась еще в семидесятые годы и занимала призовые места на различных фестивалях, в настоящее время переживает множество трудностей и препятствий. Исходя из этого, при написании данной статьи, мы хотели бы обратить внимание общественной интеллигенции на развитие казахской мультипликации, и помочь нашим ученым возродить эту отрасль. Это и является основной целью данной статьи. Также мы предлагаем использовать возможности программы 3d max, как один шаг, направленный на решение проблемы в области мультипликации. Мы думаем, что было бы здорово, если бы мы систематически обучали таким программам молодежь, чтобы развивать анимационную индустрию.

Ключевые слова: мультипликационный фильм, анимация, студия, моделирование, графика, программа 3ds max.

Abstract

3DS MAX-AS ONE OF THE WAYS TO SOLVE PROBLEMS IN THE FIELD OF DOMESTIC ANIMATION

A.A. Orazbayeva¹, L.A. Smagulova¹, S.A. Omarova²

¹ Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan

² Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Animated films, which turn 130 this year, are considered one of the main means of educating the younger generation. At present, many foreign countries are actively developing the animation market, turning it into a systematic source of

funding. For example, the volume of the first funds invested in the world-famous cartoon «Masha and the Bear» amounted to \$3 million, while the box office in 2015 was \$225 million, and now this figure tends to grow.

Unfortunately, the pace of development of the domestic animation industry is lame. Kazakhstani animation, which developed well in the seventies and won prizes at various festivals, is currently experiencing many difficulties and obstacles. Based on this, when writing this article, we would like to draw the attention of the public intelligentsia to the development of Kazakh animation, and help our scientists revive this industry. This is the main purpose of this article. We also suggest using the capabilities of the 3d max program as one step towards solving the problem in the field of animation. We think it would be great if we systematically taught such programs to young people in order to develop the animation industry.

Keywords: animated film, animation, studio, modeling, graphics, 3ds max program.

Кіріспе

Тәуелсіздікке қол жеткізіп, егеменді ел болғалы заманауи технологиялары дамыған озық мемлекеттерден қалыспай, білімі мен мәдениеті ұштасқан интеллектуалды дамыған мемлекеттер қатарына қосылуға тырысып келеміз. Осы мақсатта елімізде жалпы білім беретін мектептер мен жоғары оқу орындарында білім мен ғылымға үлкен көңіл бөлініп, сол нысандар мемлекет есебінен қаржыландырылуда. Алайда озық мемлекеттерді қуып жету эстафетасында, жас ұрпақтың ұлттық сана-сезімін қалыптастыру деген мәселені екінші қатарға қалдырып бара жатқанымыз ақиқат. Еліміздің ертеңгі болашағы - ұрпағымыздың тамырына рухани азық бермей, біз жарқын болашаққа қадам баса алмаймыз. Дамыған мемлекеттердің қай – қайсысын алсаңыз да осы мәселені мықтап қолға алған. Яғни, бүлдіршіндер мен жасөспірімдерге ұлттық рух, салт – дәстүр, елдің тарихы, мәдениеті, тілі, әдебиетін насихаттайтын қысқаметражды мультипликациялық фильмдер көптеп түсіріліп, оларды дұрыс бағытта тәрбиелеуде. Әрине, ол мемлекеттерде мультипликация саласы басшылар тарапынан үлкен қолдау тапқан ірі индустрияға айналған.

«Turkistan» газетінің редакциясына сұхбат берген Қазақстан аниматорлар қауымдастығының төрағасы Ғали Мырзалиев бір сөзінде: «Бүкіл әлемде анимация телевиденияға қарайды. Ал бізде мәдениет және спорт министрлігіне қарайды, ал оның туындысы телевиденияға қарайды. Айналып келгенде, анимация саласы жетім баланың күйін кешіп отыр. «Кино туралы» заңнан бөлек, «Қазақ анимациясы туралы» дара заң керек», – деген болатын. Бұл салада нақты жүйе жоқ. Жүйе болмаған соң қаржы дұрыс бөлінбейді, тіпті бұл салаға жылына қанша қаржы бөлінетінін де ешбір маман дөп басып айта алмайды. Себебі, елімізде осының бәрін қадағалап, сараптайтын мекеме жоқ. Жоғарыда Ғали Мырзалиев ағамыз атап өткендей, қазақ анимациясы – жетім бала. Біздің елімізде тоқсан минуттық мультипликациялық фильмді түсіру үшін кем дегенде 3–4 миллион АҚШ доллары қажет. Алайда мұндай қаражат бөлінбейді де. Айта кетерлігі, шет мемлекеттерде мемлекет қаржысының 49 пайызы режиссерлік ұжымға, 51 пайызы өндіріске бөлінеді. Біздікімен салыстырғанда жер мен көктей. Бір толықметражды мультфильмге әлемнің үлкен студияларына 50–250 миллион АҚШ доллары бөлінеді екен. 10 жыл бойы қаржы ең көп бөлінген мультфильм – «Рапунцель: ұмытылған оқиға» шығармасы болып табылады. Анимациялық фильмді 2 260 миллион АҚШ долларымен қаржыландырды [1].

Қазақстанда анимация саласы барлық одақтық республикаларда ұлттық киноиндустрия жақсы дамып жатқан 1960 жылдары пайда болды. Қазақ еліндегі тұңғыш мультфильмнің шығуына себепші болған режиссер – аниматор, суретші және сценарист, мемлекеттік сыйлықтың лауреаты Әмен Әбжанұлы Қайдаров болды. 1966 жылы «Қазақфильм» киностудиясында «Қарлығаштың құйрығы неге айыр?» мультфильмінің сценарийі қабылданып, халыққа көрсетілді. Фильм 1968 жылы Ленинградта өткен Бүкілодақтық фестивальде екінші жүлдені жеңіп алып, әлем елдерінің экрандарында көрсетілді. 1975 ж. Нью-Йоркте өткен 1-ші Халықаралық анимациялық фильмдер фестивалінде праксиноскоптың қола жүлдесін жеңіп алды. Режиссер Ә.Қайдаровтың «Ақсақ құлан», «Күйіршік», «Қожанасыр – құрылысшы» фильмдері қазақ кино өнерінің темірқазығына айналды. 1970 жылдары қазақ мультипликациясы Орталық Азияда жетекші орын алды. Қазақ мультипликаторлары тұңғыш қырғыз және түрікмен мультфильмдерін шығаруға белсене қатысып, тәжік мультфильмінің қалыптасуына шығармашылық көмек көрсетті. Осы кезеңде қазақ мультипликаторлары түсірген графикалық және қуыршақ фильмдерінің саны жүзден асты. Қоюшы-суретшілер: Ж.Дәненов пен Ө.Қыстауов «Алпамыс батыр», «Айдаһар арал», Е.Әбдірахмановтың «Тапшылар», «Бозторғай», Б.Омаровтың «Үш шебер», «Қаңбақ шал», Т.Мұқанованың «Жібек» «Шпашак», «Қайшы», Қ.Сейденовтің «Тігінші және ай», «Қадыр бақыты» сынды мультипликациялық фильмдері қазақ анимация тарихындағы жоғары

бағаланған туындылар. Сондай-ақ қазақ анимациясының дамуына Ә.Әбілқасымов, Ә.Тоқшабаев, Ө.Бекішев сынды өзге де ұлы тұлғалар үлкен үлес қосты [2].

Алайда, бір кезеңнен екінші кезеңге көшкен сайын ұлттық анимациямыз тоқырауға ұшырады. Бүгінде туған жеріміздегі анимация саласы көптеген қиындықтар мен кедергілерді бастан кешіруде. Атап айтқанда, мемлекетімізде бұл салада білім беретін оқу орындары жоқтың қасы, соған сәйкес кадр тапшылығы мәселесі де алдыңғы қатарға шығады. 2012 жылы «Шабыт» анимация саласы бойынша оқыту курсы ашылып, жас мамандардың көбеюіне себеп болды. Қазіргі таңда елімізде анимация саласын меңгеруге бағытталған 2-3 айлық курстар ғана бар. Көбінесе өзге елден білім алған қандастарымыз жастарға білгенін үйретеді. Бірақ мұндай курстар жүйелі білім бермейді, тек анимация немесе модельдеу негізінде компьютерлік бағдарламаларды оқытумен шектеледі. Өзге мемлекеттердегі үлкен анимация студияларында бір режиссер қызметін бірнеше адам атқарады екен [3]. Мысалы, бас режиссер, атқарушы режиссер және тағы басқалары. Ал бізде режиссерліктен бөлек, қоюшы-сценаристік қызметін де қатар алып жүрген мамандар аз емес. Себебі, тиісінше, қаражат бөлінбейді. Сонымен қатар, өз ісін жетік білетін тәжірибелі мамандарды да табу қиын.

Осы аталған мәселелер, яғни еліміздегі мультипликация саласын дамытудың қажеттілігі мен оның жүзеге аспауы арасындағы қарама – қайшылық бұл мақаланың өзектілігін анықтап отыр.

Қазіргі таңда балалар кез келген уақытта қалта телефонымен, теледидарды қосып, қалаған мультфильмдерін көре алады. Алайда, олар көбінесе шетелдік мультсериалдарды көргенді ұнатады. Себебі сапасы жақсы, сценарийі баланы баурап алады. Ең алдымен, бұл балаларға қызықты. Қай тілде сөйлейтініне де мән бермейді. Мультфильм кейіпкерлеріне еліктеп, олардың тілінде сөйлей бастайды. Америка Құрама Штаттарының кез келген мультфильмдерін алсаңыз, сценарийі еркін тақырыпта жазылады, ал диалог қызық болады [4]. Еркін тақырып – баланың ой-өрісін, қиялын дамытады. Қазақ анимациясындағы ең үлкен проблемалардың бірі осында, бізде шығып жатқан мультипликациялардың басым көпшілігінің сценарийі күрделі туындылардан алынып жазылған.

Қазіргі таңда елімізде балаларға арналған, мультипликация саласының нәтижелерін көрсететін «Балапан» арнасы ғана бар. Ал АҚШ–та балаларға арналған елуден астам арна бар екен. Бұдан біздің еліміздің анимация және кинематография саласында шет мемлекеттермен бәсекеге түсе алмайтынын аңғарамыз. Дегенмен де, «Балапан» арнасы болашаққа нық қадам басып келе жатқанын да ескеруіміз керек. Бұл телеарна басқа елдердегі озық студияларда жұмыс істейтін мамандармен келіссөздер, шеберлік сабақтары, тренингтер өткізіп, түркі елдерінің арасында жарысқа түспек. Әрине, мұндай жаңалықтар бізді қуантады. Себебі, дәл осы әдістер арқылы біз анимация саласын дамыта аламыз. Сонымен қатар, қазақ мультипликациясының дамуына өз үлестерін қосып отырған анимациялық студиялар да бар: Kazakh–Anima, Dala Animation, Шымкент сақ, QazArt медиа, Animator Pro Studio және тағы да басқа студиялары. Олардың әрқайсысының өзіндік жетістіктері бар. Осы орайда 2002 жылы Т.Жүргенов атындағы Қазақ ұлттық өнер академиясының оқытушылары мен студенттері профессор Ә.Қайдаровтың жетекшілігімен алғашқы графикалық мультфильм «Құйыршық» сериясын (режиссеры К. Қасымов) компьютерлік технологияларды пайдалана отырып түсіргенін айта кеткен жөн [5]. Бұл да өз алдына бір жетістік. Қазақ анимациясының қоржыны бірнеше толықметражды мультфильмдермен толықты. Біріншісі – режиссер Қалдыбай Сейдановтың «Қадірдің бақыты» туындысы, екіншісі – Жәкен Дәненов пен Рүстем Тұралиевтің «Ер Төстік» мультфильмі. Үшіншісі – «Сақ» студиясында түсірілген «Қазақ елі» мультфильмі. Тағы да «Қазақфильм» киностудиясынан Адай Әбілданың «Күлтегін» және Тұрдыбек Майданның «Мұзбалақ», «Тілеуғаз» анимациялық фильмдері. «Күлтегін» мультфильмі 3D, ал «Мұзбалақ» 2D форматында түсірілген.

Жоғарыда аталған мультипликациялық фильмдердің жасалу үдерісін зерттеген уақытта көбінесе Blender, Cartoon Animator, Cinema 4D, Pencil2d Animation сынды программалар қолданылатынын білдік. Осы ретте отандық мультипликация саласындағы қиындықтарды шешудің бір құралы ретінде 3ds max программасының кейбір мүмкіндіктерін көрсетуді бұл мақаланың мақсаты етіп алып отырмыз. Ал, міндеттеріміз мультипликация саласының қазіргі жағдайын айқындап, 3ds max программасының анимациялық мүмкіндіктеріне талдау жасау.

Зерттеу әдіснамасы

«Мультфильм – кейіпкердің келбеті мен мінез-құлқы, образдық ортасы мен оқиғаның өту орны суретшінің қолымен, оның дүниетанымы, қиялы, кәсіби шеберлігімен жасалған кинематографияның бір түрі» дейді В.В. Курчевский. Бұл мәлімдеме анықтама ретінде берілген [6]. Жалпы, мультипликация термині латын тілінен аударғанда «көбейту» дегенді білдірсе, анимация «жаңғыру»

дегенді білдіреді. «Анимация» термині әлемде кең тарағанымен, біздің елімізде және Ресейде ұзақ уақыт бойы мультипликация термині қолданылып келеді.

Тарихта алғаш рет мультипликациялық кейіпкер жасаған бельгиялық физик Джозеф Плато болды. Ал ең бірінші австриялық профессор Симон Фон Штамфер өзге де бірнеше ғалымдармен біріге отырып, экранда қозғалатын кескіндерді көрсету үшін сызбалары бар ленталар мен айналмалы дискілерді пайдаланды. Сонымен қатар, ол фенацистископ пен стробоскоп құрылғыларының пайда болуына себеп болды. Уақыт өте келе бұл құрылғылар анимация саласындағы кинокамераларға айналды [7]. Уинзор Маккэй 1914 жылы алғашқы мультфильм кейіпкері динозаврды салады. Француз суретшісі Эмиль Рейно мультфильм түсіруге арналған құрылғыларды жетілдірді және 15–20 минуттық комедиялық таспа жасады [8]. Міне, осындай нәтижелердің арқасында мультипликация сан алуандық кинематография саласында өз орнын алып, жанр ретінде қалыптасты.

Мультипликация туралы авторлардың жұмыстарына талдау жасасақ, Рик Паренттің компьютерлік анимация туралы кітабы мультфильмдер шығаруға қажетті бағдарламалаудың негізгі аспектілерін, соның ішінде кескіндер, текстуралар, 3D модельдеу және анимацияны қамтиды [9]. Ал, Ричард Уильямстың «Набор выживания аниматора» кітабында компьютерлік, классикалық және тоқтау-кимыл анимациясын жасау әдістері, принциптері және формулалары егжей-тегжейлі түсіндіріледі [10].

Анимациялық фильмдерді жасаудың үш танымал тәсілі бар: біріншісі кескін түрінде қолданылады (графикалық мультипликация); екіншісі қуыршақ түрінде қолданылады (көлемді мультипликация); үшіншісі жалпақ, жіңішке қуыршақтар (жалпақ пішінді кесу) түрінде қолданылады. Жақсы мультипликациялық фильмдер жасау үшін суретшілер ғана еңбек ету аздық етеді. Бұл өнер саласында режиссер, сценарист шығармашылығымен қатар шеберлердің қолтаңбасы мен компьютерлік графика іскерлігінің үйлесуі де маңызды.

Жоғарыда айтып өткеніміздей, елімізде анимация саласы ақсап тұр. Осы мәселені шешу жолында жасалған қадам ретінде, мемлекет тарапынан жоғары оқу орындарында өнер мен шығармашылыққа бағытталған факультеттер ашылып, оларда анимациялық фильмдер түсірудің қыр–сырын үйретсе, нұр үстіне нұр болар еді. Қазіргі уақытта елімізде тек Темірбек Жүргенов атындағы Қазақ ұлттық өнер академиясында «Суретші – аниматор» мамандығы оқытылады екен. Ал өзге жоғары оқу орындарында «Дизайн» мамандығы бойынша оқып жатқан білімгерлерге сурет салу негіздерін жалпы білім беру пәндері ретінде беріп өтеді екен де, жоғары курстарға барғанда сала бойынша өзге пәндерді оқып кетеді екен. Басқа да техникалық мамандықтарды оқытатын жоғары оқу орындарында модельдеу, анимация, графикаға негізделген пәндер оқытылады, алайда, сағат саны көп емес.

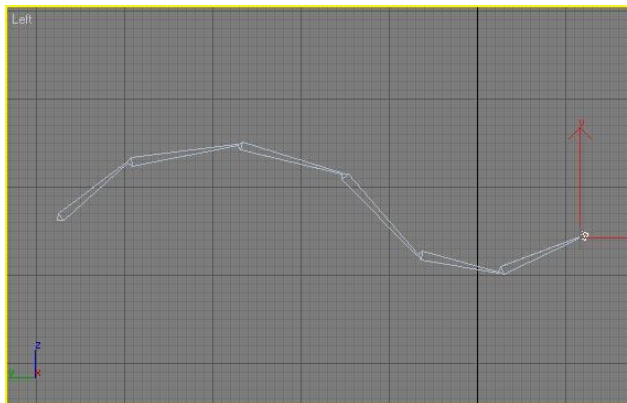
Біздің І.Жансүгіров атындағы Жетісу университетінің Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар білім беру бағдарламасында «Үш өлшемді модельдеу негіздері», «Компьютерлік графика» сияқты пәндер бойынша студенттер 3ds max программасында күрделі объектілерді модельдеу және модельдеудің негізгі ұғымдарымен танысып, жұмыс жасайды.

3ds max программасы қазіргі таңда күн санап дамып келе жатқан ең үздік программалардың бірі. Бұл программа үш өлшемді компьютерлік графика программаларының тобына кіреді, немесе оны 3d – графика (3 dimensional – үш өлшемді) деп те атайды. Сонымен қатар, осы программаның көмегімен жекелеген суреттерді синтездеуге және нақты немесе ойдан шығарылған өмірдегі суреттік қойылымдарды ықшамдап көрсетіп, осындай суреттік кадрлар тізбегін анимация деп аталатын объектінің қозғалысы түрінде де байқауға болады. Max программасының қолдану аймағы да кең: жобалау архитектурасы және ғылыми интерьерлерді конструкциялау, теледидарға арналған жарнамалық және ғылыми роликтерді дайындау, компьютерлік мультипликация және фантастикалық сюжеті бар фильмдерді түсіру, компьютерлік ойындарды өңдеу, кітап және журналдарға арналған иллюстрацияларды дайындау, компьютерлік графика көркемдігі және Web – дизайн, соттық – медициналық сараптама және т.б.

Қолданушылардың саны күн санап артып, бұл программа көптеген фильмдер мен мультфильмдер жасауға қолданылды. Мысалы, «Трио из Бельвилля», «Хранители», «Наполовину серый» толықметражды және «Суслик обломался» қыскаметражды мультфильмдерінде, сонымен қатар, «Железный человек», «Пункт назначения», «Загадочная история Бенджамина Баттона», «Люди Х», «Рыба–меч», «Мумия возвращается», «Лара Крофт: Расхитительница гробниц», «Матрица: перезагрузка», «Последний самурай» сынды фильмдердің арнайы эффектілерін жасауда қолданылған. Және де, келесі ойындар осы программаның көмегімен жарыққа шықты: «World of Warcraft», «Принц Персии», «Мортал Комбат», «Diablo 2», «The Elder Scrolls3: Morrowind», «Max Payne», «Newerwinter nights» және т.б.

Өздеріңіз байқап отырғандай, 3ds max программасы 3d модельдеу және анимациялауда ең танымал пакеттердің бірі болып табылады. Күрделі объектілерді модельдеу туралы айтпас бұрын, ең алдымен, сүйек жүйесі мен қаңқаны модельдеуге тоқталуымыз керек, өйткені адам мен жануарлар сияқты қаңқа объектілерін жандандыру процесі сүйек жүйесімен байланыссыз жүрмейді.

Сүйектер жүйесіне қол жеткізу үшін жүйелер қаттамасына кіріп, Bones түймесін басу керек. Сүйектер бір-бірден жасалмайды, тұтас тізбектер бойынша жасалады (1-сурет), яғни әрбір сүйек өзінің артындағы сүйекпен байланысады (әр сүйек алдыңғы жағында орналасқан сүйектің ішкі объектісі). Дегенмен, әрбір сүйектің жеке объект екенін ұмытпауымыз керек.



Сурет 1. Сүйектер жүйесі

Жалпы, әр сүйектің көлемін сәйкес мәзірде баптауға болады. Bone Parameters (Сүйектер параметрі) бумасында үнсіз келісім бойынша келесі қасиеттер тақтасы ашылады:

- Width – сүйектер негізінің ені;
- Neigh – сүйектер негізінің биіктігі;
- Taper – төмендеу – сүйек ұзындығының қанша пайызы оның соңына қарай төмендейтінін анықтайтын мән;
- Bone Fins – қабырғалар (жіліктер) кеңістіктегі бағдарлануын анықтауға көмектесетін сүйектердің өсуі. Олар көрінуі үшін сәйкес жалаушаны қою керек. Қабырғалардың келесі параметрлері бар: Size (Өлшемі) – қабырғаның биіктігі, (Start Taper – басында төмендеуі, End Taper – соңында төмендеуі), олар қабырғалардың қашықтық деңгейін анықтайды;
- Side Fins – симметриялық қырлар;
- Front Fins – алдыңғы қабырғалар;
- Back Fins – артқы қабырғалар.

Сүйекті айналдырудың екі жолы бар: «Айналу» құралын қолдану немесе ішкі сүйекті тарту арқылы. Сүйектердің ерекшелігі – олар бір-біріне тығыз байланған. Сонымен қатар, иерархияның (hierarchy) параметріне кірсеңіз, онда баптаулар қаттамасында бекіту – құлыптаулардың (Lock) және мұраланған (Inherit) сілтемелердің (Link info) құлыптарының барлығының өшірілгенін көресіз. Яғни, сүйектер бір-бірінен ажырамайды. Егер сіз кез-келген сүйектен қозғалғыңыз келсе, барлық ішкі сүйектер өздерінің негізгі сүйегіне қатысты бірге қозғалады [11].

Сүйектер жүйесін екі түрлі тәсілмен алуға болады: алдымен, желілік тізбек жасалады, содан кейін кейбір сүйектерге қосымша ішкі сүйектері қосылады. Ол үшін негізгі сүйек болатын сүйекті тінтуірмен көрсету керек. Мұндай жүйенің жалпы түбірі – негізгі сүйегі болады, ол барлық басқа тізбектерінің тармағы.

Екіншіден сүйектердің тізбектері әрқайсысында бөлек құрылуы мүмкін, содан кейін байланыстыру (Link) командасы арқылы сәйкесінше бір-бірімен байланыстырылады.

Character (Кейіпкер) мәзірінің командалары кейіпкерлік жинақтарды құруға мүмкіндік береді. Bone tools (Сүйектермен жұмысқа қажетті құралдар) сүйек жүйелерін түзету құралдарына мүмкіндік алуға жағдай жасайды, олар 3ds Max – та үшөлшемді кейіпкерлерді құру үшін пайдаланылады. Сүйектер пайда болған кезде, олардың әрқайсысы автоматты түрде «Bone #» деп аталады, мұнда # – жасау тәртібіндегі сүйек саны (әдетте, екі орынды сандар болады). Егер сахнада бірнеше кейіпкерлер болса, онда сүйектердің қай кейіпкерге тиеселі екенін анықтай алмаймыз. Сондықтан да белгілі бір жолмен жүретін барлық сүйектерге атау беру керек. Әрбір сүйектің атауы бірнеше сөзден тұра алады, ал

бірінші сөз – ол кейіпкердің аты. Содан кейін, кейіпкер денесінің бір бөлігінің атауы шығуы мүмкін, ал егер ол дене мүшесі жұп болса, L әрпі (дененің сол жақ бөліктеріне сәйкес келеді) немесе R (дененің оң жақ бөліктеріне сәйкес келеді) жалғанады.

МАХ көптеген элементтерден құралған өте күрделі геометриялық модель объекттерін құруға мүмкіндік береді. Бұл элементтер, осыған қоса бір–біріне қатысты анимация үдерісінде қозғала алады. Осы үдерісте бір элементтің екіншісіне қатысты орналасуындағы нақтылықтың сақталмауы визуализация этапында анық байқалатын объекттердің сыртқы келбетінің бұзылуына немесе қозғалыстағы қателіктерге алып келеді. Осыған байланысты, МАХ көріністің модельденуінің нақтылығын қамтамасыз ететін көптеген құрылғылар жиынтығын қарастырған.

Айта кететін тағы бір жайт, екі өлшемді компьютерлік графикаға қарағанда, 3D программалары алдын–ала дайындалған үшөлшемді бейненің объекттерін суретке және видеоға түсіруге көптеген мүмкіндіктер береді. Бұны үшөлшемді сахна деп атайды.

Үшөлшемді графика құралдарын пайдаланғанда сахна бейнесінің синтезі алгоритм немесе көрініс түрінде орындалады. Жалпы олардың ішінде келесі кезеңдері болуы тиіс:

- Алдын–ала дайындау;
- Объекттердің базалық элементтерінің моделін құрудағы аралық кезеңдерін, олардың өзгертілуін және модификациясын, сахнаның геометриялық моделін құру;
- Түсіретін камераны және жарықтарды баптау;
- Материалдарды дайындау және тағайындау;
- Сахнаның анимациясы және объекттердің қылықтарын баптау;
- Жеке суреттерді немесе кадрлардың сериясын визуалдау және ішкі ортадағы эффекттерді еліктету.

Аталған кезеңдердің ішіндегі ең соңғысы бейнені қалыптастыруға, ал қалғандары дайындау кезеңдеріне арналған. Алдын ала дайындау кезеңінде сахнаның құрамы ойластырылады. Барлық объекттерді және олардың элементтерін алдын ала ойластыру қажет. Осыған байланысты болашақ сахнаның бір немесе бірнеше эскиздерін жасап қойсақ артық болмайды. Жаңа сахнаны құру анимациялық жұмыспен басталады. Алдын ала сақталған сахнада жұмысты бастауға болады. Мах–та жаңа мүмкіндікті іске асыру үшін, ағымдағы өңделетін сілтемелерді (eXternal References–XRefs) қосуға болады. Керек болған жағдайда өлшем бірлігін де өзгерте аламыз. Сахнаның геометриялық моделінде жұмыс жасау екі кезеңнен тұрады: алдымен объекттердің базалық элементтерінің моделі құрылады, содан кейін барлық элементтері өңделеді және модификацияланады [12].

Сахна объекттерінің геометриялық модельдерінің базалық элементтерін құру кезінде келесі тәсілдер қолданылады:

- Егер үшөлшемді объект қарапайым геометриялық денелердің жиынтығынан тұрса, онда құруды қарапайым объекттерден бастау керек;
- Егер үшөлшемді объект айналма дене болса, онда үшөлшемді дененің салу әдісін қолданамыз;
- Егер үшөлшемді дене күрделі формадан тұрса, онда Безье кесек торларын және NURBS–бетін құрудан бастаймыз. Оларды кейін керекті объект формасына келтіріп модификациялауға болады. Керекті жағдайда сахна құрамына күрделі стандартты объекттерді, мысалы, терезе және есік, сонымен қатар деформация көлемінің (space warps) бастауын енгіземіз.

Көлемді деформациялар кезінде бір кадрдан келесі кадрға өткен сайын объекттер өздерінің формаларын әр түрлі сыртқы күштер (ауырлық күші немесе жел) әрекеттеріне еліктете алады. Сахнаның геометриялық моделімен жұмыс жасау кезінде керек жағдайда үлкейту және бейнелерді айналдыру, объекттерді көрсетпеу және көрсету құралдарын қолдануға болады, сонымен қатар, модельдеудің жоғарғы дәлдігінің құралдарын және әдістерін пайдаланамыз.

Объекттердің базалық элементтер моделін өзгертуін ауыстыру, айналдыру немесе масштабтауды қолдану, сонымен қатар, айнаның шағылысуын құруға болады. Объектке керекті форманы беру үшін оларға әртүрлі деформация нұсқаларын қолдана аламыз.

Объект формаларының параметрлерін редактрлеу, сонымен қатар, Безье торларының немесе NURBS–беттерінің жеке көріністерін біріктіру үшін түрлендірудің құралдарын қолдануға болады. Модельдеудің жаңа технологиясын пайдаланып жабыстыру тәсілдерін еске түсіретіндей еркін қисықтық сплайндардан тұратын торларын құрып, Безье кесігінен Surface (Үсті) модификаторының көмегімен бетке айналдыруға болады. Нәтижесінде үшөлшемді сахнаның геометриялық моделін аламыз.

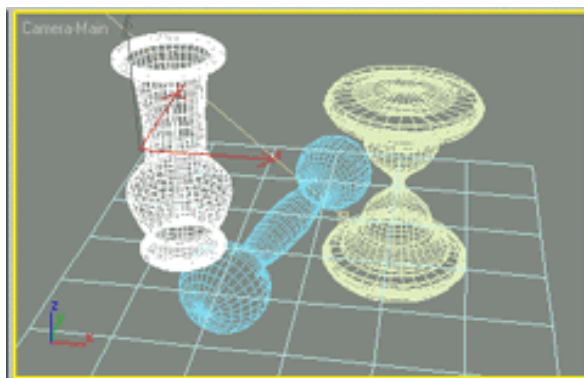
Егер үшөлшемді сахнада модельді керекті жарықтықта және берілген ракурста құрсақ, онда, сахнаны визуалдау үдерісі жылдам жүреді.

Анимация үдерісінде (animation–тірілту, қозғалысқа келтіру) 3ds max сахнасы кезектескен кадрлар үдерісін автоматтандырады. Бір немесе бірнеше объекттердің қозғалу кезеңін немесе олардың форма, түс сияқты тағы да басқа құрамының өзгеруін Мах параметрлері анимациялай алады. Ол үшін қолданушыға тек қана бастапқы және соңғы объекттің құрамын көрсетіп, анимацияда қай нөмірлі кадрда бұл өзгертулер сәйкес келетінін көрсетіп кетсе болғаны. Объекттің барлық аралықтағы орнын

және құрамының мәнін программа автоматты түрде сипаттайды. Әр кадрларды жеке құру сияқты барлық есептеу үдерістерін де программа орындай алады. Анимация құру кезінде кадрлардың қайталану жиілігін, уақыт масштабын баптауға және керекті объекттердің параметрлеріне кілтті құруға болады. Керекті жағдайда құрылып жатқан анимацияға ағымда құрылған файлдан дайын тректерді алып қоюға да болады. Track View (Тректерді көру) сұқбаттасу терезесін пайдаланып, анимацияға параметр кілттерінің редактрленуін жасау керек. Анимация контроллерлерін (animation controllers) қолданып, «тірілген» объект уақыт интервалында қалай жүру керектігін көрсетеміз. Бір объекті екінші объектке айналдыру эффектісі үшін морфинг элементтерін пайдаланғанмыз жөн [13].

Сонымен қатар, модельдеу саласында профильді айналдыру әдісімен үшөлшемді дене құру жолы кеңінен қолданылады. Ол үшін болашақ айналу денесінің жанама қиылысы бір айналық жарты болатын екі өлшемді форма салу керек. Қисық формалар–тұйықталған, сонымен қатар, тұйықталмаған болуы мүмкін (2-сурет). Профиль стандартты сплайн түрінде немесе түзулер сплайны, NURBS қисығы түрінде құрылуы мүмкін. Айналдыру денесіндегі форма профилін өзгерту үшін Lathe (Айналу) модификаторын қолдану керек. Бүкіләлемдік координата осьтеріне қатысты толық немесе толық емес форма айналымын жасайды. Айналу денесін Create Lathe Surface (Айналдыру жазықтығын құру) құралы арқылы, сонымен қатар, профиль NURBS–қисығы арқылы көрсетілсе жасауға болады. Lathe (Айналу) модификаторы сплайнаға, сонымен қатар NURBS–қисықтарына қолданылады, ал айналу денесі құралатын қабыршағы Безье тор бөлігі ретінде және NURBS–жазықтығы түрінде ұсынылуы мүмкін. Профиль жанасуы NURBS–қисығы түрінде болса, MAX оны NURBS–айналу денесіне NURBS–жазықтықтарын құру арсеналынан арнайы құрал Create Lathe Surface (Жазықтықты айналдырып құру) арқылы ауыстырады. Айналу денесінің профилі негізінде NURBS–қисығы түрінде Create Lathe Surface (Жазықтықты айналдыру арқылы құру) құралы арқылы жасалады.

Үш өлшемді денелерді құрудың тағы бір тәсілі тығыздау. Экструзия (Extrude) әдісі немесе тығыздау белгілі бір осьтер бойымен тұрақты жанасуы бар заттарды модельдеу үшін өте ыңғайлы. Ондай заттар пластикалық материалдың жұқа парағынан контур бойымен престеліп тығыздалған саймандарға ұқсайды. Жабық екі өлшемді түзу формасы көмегімен белгіленген. Тығыздау әдісі машина сайманын модельдеу үшін, ағаштан жиһазды немесе рельефтік текстік жазуларды жасау үшін өте қолайлы [14].



Сурет 2. Профильді айналдыру әдісімен құрылған үшөлшемді денелер

Экструзия әдісі айналу әдісіне ұқсас. Профиль–форма қисығы ашық, сонымен қатар жабық сплайн–түзуін немесе NURBS–қисығын ұсынады. Тығыздауға арналған форма бірнеше қисықтардан тұруы мүмкін. Профиль–формасын өзгерту үшін экструзия денесіне Extrude (Тығыздау) модификаторын қолдану керек. Егер профиль NURBS–қисығымен ұсынылса, оны экструзия денесіне айналдыруға болады. Екі өлшемді профильді экструзия денесіне айналдыру үшін Bevel (Скос) модификаторы қолданылады.

Экструзия денесін құрғаннан кейін профиль түзуі жобалану терезелерінде қалады, оны жоюға болмайды, онымен бірге экструзия денесі жойылады. Егер профиль түзуін ерекшелеп формасын өзгертсек, онда экструзия денесінің қабырға формасы да өзгереді.

Bevel (Скос) құралы да үш өлшемді денелерді тығыздау әдісін құрады, пайда болған денелер биіктігі бойынша бірнеше қабаттардан тұруы мүмкін 1-ден 3-ке дейін. Әр тығыздау қабаттарының шекараларындағы жанасу масштабын өзгертуге болады, соның көмегімен экструзия денелерін фаскаларымен құруға немесе шеттерін шығыңқы етіп құруға көмектеседі. Сплайн–тік төртбұрышына жанасу модификаторына қолданылатын Bevel (Скос) модификаторын пайдаланып, үшөлшемді денені

тығыздау әдісі арқылы жасау үшін экструзия денесінің жанасуын сплайн немесе NURBS–қисығы түрінде салу керек. Жанасу ретінде бірнеше сплайннан тұратын формаларды қолдануға болады. Скос әдісі көбінесе мәтіннің рельефтік жолдарын құруға қолданылады. Берілген модификаторды таңдау үшін Modifiers (Модификаторлар) орамындағы More (Қосымша) батырмасына шертіп, ашылған Modifiers (Модификаторлар) сұқбаттасу терезесіндегі Bevel (Скос) жолын тауып тінтуірмен екі рет шеру қажет. Командалық тақтаның төменгі жағында скос модификаторының орамасы пайда болады: Parameters (Параметрлер) және Bevel Values (Скос мағынасы).

Bevel Profile (Профиль бойынша скос) модификаторының түрі берілген жанасуды бағыттауыш бойынша тығыздауға мүмкіндік береді, бағыттауыш ретінде сплайн немесе NURBS–қисығы алынуы мүмкін.

Сонымен қатар, 3ds max әрбір объекті қандай қиын формада болса да аумақты контейнерге орналастырады. Аумақты контейнерлер объектінің сыртында бейнеленген тік бұрышты параллелепипед түрінде болады. Объектінің аумақтық контейнерін құру кезінде ауданның координаталары нормаль координата жүйесінің глобальді ауданын қарайды. Объекттерді бұрғанда оның аумақтық контейнері де бұрылады. Объекттердің базалық элементтер моделін өзгертуін ауыстыру, айналдыру немесе масштабтауды қолдану, сонымен қатар, айнаның шағылысуын құруға болады. Объектке керекті форманы беру үшін оларға әртүрлі деформация нұсқаларын қолдана аламыз.

Тақырыпты зерттеу барысында мультипликация саласында қолданылған құралдар мен программалық өнімдерге талдау жүргізілді. Шет елдік және Қазақстандық өнімдерге салыстыру, объектілерді үшөлшемді кеңістікте модельдеу қарастырылды және 3ds max программалық өнімінде анимация құру жолдары сипатталды.

Зерттеу нәтижесі

Мультфильм өнімдерін шығаруда үш кілттік аспектілер қолданылады, олар есептеу жылдамдылығы, алгоритмнің нақтылығы және 3d модельдеу бойынша білімнің болуы. Осы аталған үш көрсеткіш 3d max программалық өнімінде толық қамтылған.

3ds max программасының атқаратын қызметтері шексіз, ал мүмкіндіктері өте ауқымды. Жоғарыда айтып өткендей, оның жекеленген кескіндері мен анимацияны жасауға арналған мүмкіндіктері өте көп, соның ішінде атап айтсақ:

- Сфера, цилиндр және тікбұрышты параллелипипед тәрізді ең қарапайым геометриялық фигуралардан бастап, жануарлардың денесі, ағаштар сияқты күрделі денелерге дейін кезкелген үш өлшемді объектінің пішінін модельдеуге болады;

- Жылтырату, мөлдірету, жарқылдату, шушылдату немесе көпдәрежелі шағылысу құбылысы мен жарық сәулесінің құйылуы, түтін немесе тұман тәрізді ауалық құбылыстар және қар, жаңбыр, от тәрізді табиғи құбылыстарға ұқсатып объект материалының физикалық қасиеттерін өзгертуге болады;

- Үшөлшемді көріністің жарықтануын кезкелген жағдайда өзгертуге болады. Осыған қоса, модельденген объектінің көлеңкесінің нақты фотографиялық фонға түсіп тұрғанын көрсетуге болады;

- Объектінің кез-келген параметрін анимациялауға болады: пішінін, өлшемдерін, кеңістіктегі жағдайын, түсін, материалдың қасиетін және тағы басқалары;

- Қозғалыстың кезкелген түрін өзгертудің мүмкіндігін қамтамасыз ететін орын ауыстыруды басқарудың әртүрлі әдістерін жүзеге асыруға немесе объектінің анимациалану үдерісінде қасиетін өзгертуге болады;

- Объекттердің иерархиялық байланысқан тізбегін жасауға және оларды бір объектінің қозғалысы сәйкесінше тізбектің қалған объектілерінің орын ауыстыруына алып келетіндей тура және кері анимациялауға болады;

- Біртіндеп, пішіні мен сыртқы келбеті ерекшеленіп тұратын бір объектінің басқа объектке айналуын моделдеуге болады (морфинг);

- Қозғалыстағы объектінің динамикалық қасиеттерін моделдеу, яғни, тартылыс күші, кері итерілу, тығыздық немесе желді есепке ала отырып моделдеу үдерісін жүзеге асыруға болады;

- Фото немесе видеокамера объектілерінің айқындылық тереңділігі немесе линзаның шағылысуы сияқты қасиеттерін ықшамдау арқылы синтезделген кескіндерге әртүрлі сүзгілерді қолдануға болады.

Сонымен қатар, осы программалық өнімде мультфильмдерді программалау және аудио файлдарды кірістіру мүмкіндіктері де бар.

I. Жансүгіров атындағы ЖУ-дің 6B06102 – «Ақпараттық жүйелер» және 6B06101 – «Инфоматика» білім беру бағдарламасының студенттері осы программаның көмегімен бірнеше қысқаметражды

анимациялық фильмдер мен бейнероликтер жасап шығарды. Мысалы, салауатты өмір салтын насихаттайтын «Нашақорлық ғасыр дерті», ағылшын тілін үйретуге арналған «Балаларға арналған ағылшын тілі» қысқаметражды анимациялық фильмдері, архитектура саласында көпқабатты үйлерді тұрғызу технологиясын көрсететін, сонымен қатар, офис интерьерлерін көрсететін көптеген бейнероликтер жасады. Әрине, бұл жобалардың сапасы өте жоғары деңгейде деп айта алмаймыз, себебі, студенттер арнайы студияларда жұмыс жасап жатқан жоқ, дыбыс жазу, жарық беруге арналған техника мүлде жоқ, визуалдау компьютерлердің техникалық жағдайларына байланысты әртүрлі деңгейлерде жүргізіледі. Дегенмен де, техникалық мамандықтардың студенттері жоғарыда аталған пәндерді бір семестр ғана оқып, осы аз ғана уақыттың ішінде осындай нәтижелер көрсетіп жатса, мультипликация саласын оқытатын арнайы ЖОО бұдан да жақсы нәтижелер көрсете алатын еді деген ойдамыз.

Қорытынды

Талдау жүргізу барысында елімізде нақты аниматорлар дайындайтын білім беру бағдарламасы жоқ екенін байқадық. Алайда, Т.Жүргенов атындағы Өнер академиясында мультипликация құрудың кейбір элементтері оқытылады.

Анимация саласын дамыту үшін сценарист – мультипликатор, графикалық дизайнер, безендіруші – суретші, модельдеуші сияқты мамандарды орталықтандыратын мектептің қажеттілігін қазіргі заманның өзі талап етіп отыр.

Жастар осы салада білім алып, студияларды қажетті құрал-жабдықтармен, жаңа технологиялармен қамтамасыз етіп, әр маманға өз деңгейіне сай еңбекақы төленетіндей қаржы бөлінген кезде ғана мультипликация саласы елімізде жақсы дамиды деген ойдамыз. Сонда ғана сапалы шығармалар көптеп жарық көреді.

Өсіп келе жатқан жастарымыз үшін анимациялық фильмдер – білім мен тәрбиенің қайнар көзі. Болашақта саналы ұрпақ өссін десек, анимация саласына ерекше көңіл бөлуіміз керек. Кинематография мен анимация саласы – заман талабы мен болашаққа деген ұмтылысымыз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 13 самых дорогих мультфильмов в мире//Рамблер [Электронный ресурс] https://kino.rambler.ru/other/39703487/?utm_content
- 2 Қазақстан аниматорлар қауымдастығы//Нур – Медиа [Электронный ресурс], 2019 <https://nurmedia.kz/ru/news/213-azamultifilm-studijasyn-ashajy-desem-br-bleuge-mar.html>
- 3 Бондаренко Е. А. Телевидение в формировании медиакультуры современного подростка// Ученик в обновляющейся школе. М., 2002 №5, 409 с.
- 4 Шариков А. В. Медиаобразование: мировой и отечественный опыт. М.: Издательский центр «Академия», 2002, 576 с.
- 5 Inkar Matzhanova <http://test.massaget.kz:81/blogs/15622/> сайтына жазған мақаласынан. 30 қыркүйек 2015
- 6 Курчевский В. Ключи к экранному творчеству. Рассказы о мультипликации// Россия, Московский детский фонд при финансовой поддержке Комитета общественных связей города Москвы, 2014. - С.4-5.
- 7 Ma, B., Dong, Y., Liu, H., Cao, Z. *Soft multimedia assisted new energy productive landscape design based on environmental analysis and edge-driven artificial intelligence*// *Soft Computing* ISSN 14327643 volume 26, pages12957–12967 (2022), DOI 10.1007/s00500-021-06155-9
- 8 Шаханская А.Ю. Влияние мультипликационных фильмов на развитие детей младшего школьного возраста//Вестник Челябинского государственного университета. 2013 №22, 313с. Филология. Искусствоведение. Вып. 81, С.286–289.
- 9 Rick, Parent. *Computer Animation: Algorithms and Techniques*// Newnes, Oct 18, 2012 - Computers - 542 pages. ISBN 0124159737, 9780124159730.
- 10 Williams, Richard (2012-09-25). *The Animator's Survival Kit: A Manual of Methods, Principles and Formulas for Classical, Computer, Games, Stop Motion and Internet Animators*. Macmillan. ISBN 978-0-86547-897-8.
- 11 Akman, A., Sahillioglu, Y., Sezgin, T.M. *Deep generation of 3D articulated models and animations from 2D stick figures*// *Computers & Graphics* ISSN00978493 Volume 109, December 2022, Pages 65-74 <https://doi.org/10.1016/j.cag.2022.10.004>
- 12 Кожуховская С. М. *3d Studio Max 13.;* М–во образования РФ [и др.]. – Екатеринбург : АКВА–ПРЕСС, 2014. – 240 с.
- 13 *3ds Max* // Autodesk. [Электронный ресурс] <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview>
- 14 Оразбаева А.А. *3d графика негіздері: оқу–әдістемелік құрал*//Талдықорған: І. Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университеті, 2017 – 283 бет, 236-238б. ISBN 978–601–216–397–1

References:

- 1 13 samykh dorogih multfilmov v mire [13 most expensive cartoons in the world]. Rambler [Electronnyi resurs] https://kino.rambler.ru/other/39703487/?utm_content (In Russian)
- 2 Kazakhstan animatorlar kauymdasty [Associate animators of Kazakhstan] (2019). Nur-Media [Electronnyi resurs] <https://nurmedia.kz/ru/news/213-azamultfilm-studijasyn-ashajy-desem-br-blnuge-mar.html> (In Kazakh)
- 3 Bondarenko E. A. (2002) *Televidenie v formirovanii mediakultury sovremennogo podrostka [Television in the formation of the media culture of the modern teenager]. Uchebnik v obnovyaiushei shkole №5, 409 (In Russian)*
- 4 Sharikov A. V. (2002) *Medyaobrazovanie: mirovoi I otechestvennyi opit [Media Education: World and Domestic Experience]. M.: Izdatelski tsentr «Академия», 576 (In Russian)*
- 5 Inkar Matzhanova (2015) http://test.massaget.kz:81/blogs/15622/saitina_jazgan_makalasyan [http://test.massaget.kz:81/blogs/15622/from_an_article_he_wrote_on_the_website] 30 qirkuyek (In Kazakh)
- 6 Kurchevskij V. (2014) *Kljuchi k jekrannomu tvorchestvu. Rasskazy o mul'tiplikacii [Keys to screen creativity. Animation stories]. Rossiya, Moskovskij detskij fond pri finansovoj podderzhke Komiteta obshhestvennyh svjazej goroda Moskvy, 4-5. (In Russian)*
- 7 Ma, B., Dong, Y., Liu, H., Cao, Z. (2022) *Soft multimedia assisted new energy productive landscape design based on environmental analysis and edge-driven artificial intelligence. Soft Computing ISSN 14327643 volume 26, pages12957–12967, DOI 10.1007/s00500-021-06155-9*
- 8 Shakhanskaya A.Yu. (2013) *Vliyanie multiplikacionnyh filmov na razvitie detei mladshego shkolnogo vozrasta [The influence of animated films on the development of children of primary school age]. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. №22, 313s. Philologiya Iskustvovedenie Vyp. 81,286–289. (In Russian)*
- 9 Rick, Parent. *Computer Animation: Algorithms and Techniques// Newnes, Oct 18, 2012 - Computers - 542 pages. ISBN 0124159737, 9780124159730.*
- 10 Williams, Richard (2012-09-25). *The Animator's Survival Kit: A Manual of Methods, Principles and Formulas for Classical, Computer, Games, Stop Motion and Internet Animators. Macmillan. ISBN 978-0-86547-897-8.*
- 11 Akman, A., Sahillioğlu, Y., Sezgin, T.M. (2022) *Deep generation of 3D articulated models and animations from 2D stick figures// Computers & Graphics ISSN00978493 Volume 109, December, Pages 65-74 <https://doi.org/10.1016/j.cag.2022.10.004>*
- 12 Kozhukhovskaya S. M. (2014) *3d Studio Max 13.; Ministrstvo obrazovanya RF[i dr]. Ekaterinburg: AQVA-PRESS, - 240 (In Russian)*
- 13 *3ds Max Autodesk. [Electronnyi resurs] <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview>*
- 14 Orazbaeva A.A. (2017) *3d grafika negizderi [Fundamentals of 3D graphics]. Oku – adistemelik kural Taldykorgan: I. Zhansugurov atindagi Zhetysu University – 283, ISBN 978-601-216-397-1 (In Kazakh)*