Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Материаловедения и технологии обработки материалов»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.И. Темных
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 2017 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА В ФОРМЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

29.03.04 – Технология художественной обработки материалов

# РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАБИНЕТНОЙ ОТЛИВКИ ДОИСТОРИЧЕСКОГО ЖИВОТНОГО

Руководитель _____ канд.тех. наук, доцент А.М. Синичкин
подпись, дата должность, ученая степень

Выпускник _____ С.Д. Мелешин
подпись, дата

Красноярск 2017

Продолжение титульного листа ВКР по теме «РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАБИНЕТНОЙ ОТЛИВКИ ДОИСТОРИЧЕСКОГО ЖИВОТНОГО»

Консультанты по разделам:

Художественная часть _____ ст. преподаватель С.А. Титова
подпись, дата

Технологическая часть _____ канд.тех. наук, доцент А.М. Синичкин
подпись, дата

Нормоконтролер _____ канд.тех. наук, доцент В.Г. Березюк
подпись, дата

# АННОТАЦИЯ

Данная бакалаврская работа основывается на описании процесса разработки и создания декоративной кабинетной отливки из бронзы сплава БрО5Ц5С5, также с использованием подставки из литейного алюминия (силумин АК12). Отливка представляет собой фигуру доисторического ящера, лежащего на берегу реки.

В первой части работы изложена историческая справка, в которой рассказывается о возникновении настольных светильников и такого типа декоративного украшения интерьера, как кабинетная отливка. Здесь же представлено описание анималистического жанра в искусстве, его роль и ценность.

Художественная часть работы описывает общую идею композиции с доисторическим ящером. Также, в ней приведена концепция палеоискусства в целом.Изучается анатомия динозавра, окружающая среда и исторический период, в котором он жил. Далее подробнее рассматриваются используемые материалы и их свойства.

В технологической части представлен весь процесс разработки и создания художественной отливки, описание технологических процессов и побочных вспомогательных материалов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ..... 6
1 Литературный обзор ..... 8
1.1 История художественного литья ..... 8
1.1.1 Кабинетные отливки ..... 16
1.2 Настольные светильники ..... 19
1.3 Анималистический жанр ..... 25
2 Художественная часть ..... 26
2.1Палеоискусство ..... 26
2.2 Изучение анатомического и исторического контекста ..... 29
2.3 Идея скульптурной композиции ..... 30
2.4 Разработка эскиза ..... 34
2.5 Выбор материалов ..... 38
3 Технологичекая часть ..... 40
3.1 Литьё по выплавляемым моделям ..... 40
3.2 Изготовление фигуры динозавра ..... 41
3.2.1 Создание мастер-модели ..... 41
3.2.2 Изготовление пресс-формы ..... 43
3.2.3 Работа с воском и формирование литниковой системы ..... 45
3.2.4 Создание литейных форм ..... 47
3.2.5 Расчет литниковой системы ..... 49
3.2.6 Работа с металлом, заливка, обработка ..... 51
3.3 Изготовление подставки ..... 52
3.3.1 Изготовление модели ..... 52
3.3.2 Расчет литниковой системы ..... 53
3.3.2 Работа с металлом. Литье. Доработка ..... 55
3.4 Сборка и воплощение идеи светильника ..... 57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... 59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ..... 60
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Чертеж технологии изготовления фигуры «Ящер» ..... 61
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Чертеж пресс-формы для фигуры «Ящер» ..... 62
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Чертеж формы в сборе для фигуры «Ящер» ..... 63

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Чертеж технологии изготовления детали «подставка» ..... 64
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Чертеж модельной плиты для детали «подставка»..... 65
ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Чертеж формы в сборе для детали «подставка»..... 66
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – Деталь №1 «Ящер» ..... 67
ПРИЛОЖЕНИЕ З – Деталь №2 «подставка» ..... 68
ПРИЛОЖЕНИЕ И – Деталь №3 «Вода»..... 69
ПРИЛОЖЕНИЕ К – Сборочный чертеж ..... 70
ПРИЛОЖЕНИЕ Л – Спецификация..... 71

## Введение

Литые изделия прочно и надолго вошли в жизнь человека. Сейчас трудно себе представить, чтобы, в какой-нибудь области своей деятельности человек не сталкивался, не использовал бы литые изделия или детали. В быту и на заводе, в путешествиях и в космосе, в строительстве и в искусстве – всюду человеку встречаются литые изделия.

История развития цивилизации неразрывно связана с освоением материалов. В этом плане трудно переоценить роль металла. Американский этнолог Генри Льюис Морган писал, что, когда варвар научился получать и применять металл, тогда «девять десятых борьбы за цивилизацию было выиграно». Появление орудий из металла способствовало прогрессу во всех сферах человеческой деятельности, развитию цивилизаций.

Через, казалось бы, бездушный металл человек передает свое виденье мира, вкладывает в него душу, показывает свои страхи и переживания, горести и радости. Когда он творит, он свободен, свободен от окружающего мира, его смыслом жизни становится отливка. Человек как бы одушевляет металл, мастер – литейщик вкладывает в него свою душу, маленький ребенок удивляется прочности и изящности изделий, юная девушка украшает свой образ неповторимостью литого изделия.

Художественным литьем человек украшает не только себя, но и окружающее пространство: дом, улицу, рабочее место, кабинет. Для последнего даже существует отдельный жанр литья – эти отливки так и называются «кабинетными» и иногда могут нести помимо эстетического предназначения еще и практическое. Это бывают пепельницы, подставки, пресс-папье или светильники.

С детства мне очень интересна тема естественной истории прошлого земли. Вся природа: флора, фауна, погода, ландшафты – часто становятся источником вдохновения для многих людей, в том числе и для меня. Тем более, картины прошлого навсегда останутся предметом различных домыслов и споров.

Естественно, что такое положение вещей отворяет двери нашему воображению, фантазии, но в отличие от полностью выдуманных фантастических миров, те далекие от нас палео-миры все же являются частью нашей истории и воссоздание их облика наиболее актуально для человека. Это позволяет сформировать мировоззрение, понять наше место в жизни планеты и скорректировать путь на будущее. Искусство может помочь в этом.

Поэтому контекстом бакалаврской работы стала палео-тема. Было решено спроектировать и изготовить кабинетную отливку с изображением эпизода из жизни доисторического ящера. Такая скульптура может украшать стол ученого-палеонтолога, археолога или палеоиллюстратора.

# 1 Литературный обзор

## 1.1 История художественного литья

С металлом первобытный человек познакомился несколько тысячелетий тому назад. Имеются сведения, что примерно за 92 века до н. э. народности, населявшие территорию Анатолии (азиатскую часть современной Турции), употребляли медь, найденную в самородном виде. Золотые изделия появились примерно за 60 веков до н. э., а изделия из метеоритного железа – примерно в XXX веке до н. э.

Но для того чтобы получать отливки, человек должен был научиться плавить металл. На это потребовалось 47 веков. Самые древние отливки, обнаруженные археологами на территории Анатолии, Месопотамии, Ирана, датируются XLV веком до н. э. Спустя несколько веков технология литья была освоена народами, населявшими Кавказ, Северную Африку, Европу.

В истории развития литейной технологии можно выделить три периода. Первый (от появления первых отливок до XIV века н. э.) – это период примитивной технологии. На этом этапе имело место исключительно индивидуальное производство в основном предметов быта, культа, оружия, украшений.

Второй (от XIV века н. э. до середины XIX века) – период ремесленной технологии. Литье превратилось в самостоятельное ремесло. Ручная формовка достигла совершенства.

Третий (от середины XIX века до конца XX века) – период промышленной технологии. Организовано механизированное массовое производство самых разнообразных отливок.

Такое деление условно, поскольку на протяжении каждого этапа искусство литья испытывало взлеты и падения. Еще в древности создавались уникальные литые изделия. Так, технология литья по выплавляемым моделям была известна еще в Древнем Шумере (XXVI век до н. э.), Древней Индии (XXX век до н. э.),

Древней Греции и Этрурии (VI век до н. э.). Владели ею и древние племена, населявшие экваториальную Африку (IV – XII века н. э.). Литье в кокиль скифы применяли около двух с половиной тысячелетий тому назад. Греческие литые бронзовые украшения по сей день считаются образцами совершенства и подражания.

Римский поэт Лукреций (I век до н. э.) так представлял зарождение литейного искусства:

С шумом зловещим леса пожирало горячее пламя
До основанья корней – только недра земли распалялись,
И, в углубленья ее собираясь, по жилам кипящим
Золото, медь, серебро потекли раскаленным потоком
Вместе с ручьями свинца. А когда на земле появились
Слитки, застывшие их, отливавшие ярко, то люди
Начали их поднимать, плененные глянцем блестящим;
И замечали притом, что из них соответствует каждый
В точности впадине той, которая их заключала.
Это внушило ту мысль, что, расплавив, металлы возможно
В форму любую отлить и любую придать им фигуру.

Первоначально для литья использовали формы из влажной глины. Отпечаток модели в этих формах получали путем вдавливания. Несколько позднее появились каменные формы, сначала – открытые, а затем и закрытые.

Первым литейным материалом стала бронза. Технология получения бронзы путем сплавления меди и олова была известна в Древнем Египте, Ассирии и Вавилонии. В древнеегипетских папирусах и вавилонских глиняных табличках 2-го и 3-го тысячелетий до н. э. бронза упоминается как заурядный материал. Число обнаруженных археологами древних изделий из чистой меди и чистого олова ничтожно по сравнению с числом бронзовых изделий.

Древние мастера в основном отливали оружие и орудия труда: копья, топоры, ножи, серпы, мотыги, рыболовные крючки. Тем не менее найденные при

раскопках литые украшения свидетельствуют о том, что изготовившие их люди были не только умелыми ремесленниками, но и художниками. Хорошим примером может послужить золотая голова быка из Ура (Древний Шумер), отлитая в XXVI ве-ке до н. э.

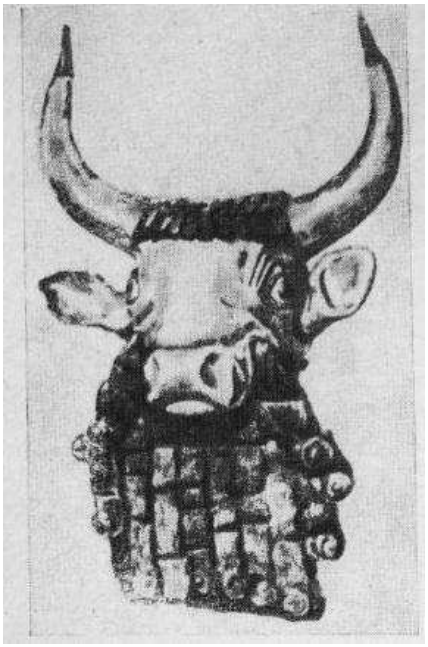


Рисунок 1 – Золотая голова быка из Ура

По замечанию А. М. Петриченко, «ближе к художественным отливкам, как по оформлению, так и по приемам литья, были литые мечи». Вряд ли можно найти хоть один народ, который владел искусством литья и не изготавливал бы бронзовых мечей. Найденные в раскопках древние мечи, как правило, богато инкрустированы золотом, серебром. Их рукоятки украшены замысловатым узором, изображениями животных. Литейщики Древней Индии уже в 3-м тысячелетии до н. э. приме-няли стержни для изготовления пустотелых отливок. К этому времени относится и появление технологии литья по восковой выплавляемой модели, которая дала толчок развитию художественного литья.

Западноевропейское скульптурное литье многим обязано классическим работам эллинских и этрусских мастеров.

В XIII веке до н. э. на Балканском и Апеннинском полуостровах Средиземноморья зарождаются новые очаги культуры, которым суждено было сыграть огромную роль в истории Западной Европы. Древние эллины и этруски переняли лучшие достижения древнеегипетской, крито-микенской культур и культуры Междуречья. Расцвет Древней Эллады и Этрурии приходится на конец бронзового века и начало железного. Литейщикам не нужно было открывать способы обработки металлов, и все свое мастерство они направили на совершенствование технологии и декоративных приемов.

Древнегреческие мастера умело использовали технологию литья по восковым моделям. Например, при изготовлении мечей восковые модели применяли для нанесения рисунка или получения биметаллических отливок. Древнегреческие литые бронзовые украшения, оружие, светильники являют собой шедевры декоративно-прикладного искусства, но подлинной вершиной следует признать литые скульптуры из бронзы.

Как и в Древней Греции, в Древней Этрурии высокого расцвета достигла скульптура. Своеобразие этрусского искусства проявляется в реализме, в умении подчеркнуть детали, в сочетании простоты и изысканности. Одним из высших достижений художников-этрусков считается бронзовая статуя химеры, датируемая V веком до н. э.

Рисунок 2 – Статуя химеры из бронзы

Восхищение вызывают не только художественные достоинства скульптуры, но и мастерство исполнения отливки.

Древнекитайские мастера в первую очередь освоили литье из чугуна примерно в VI веке до н. э. Добавляя в шихту фосфат железа, китайцы научились делать чрезвычайно тонкие отливки.

Самой большой чугунной художественной отливкой считается Лев в Цзянь-Чжоу (974 г. н. э.). Его высота – около 6,1 м, длина – 5,5 м.

Рисунок 3 – Чугунная отливка льва в Цзянь-Чжоу (современная копия)

В Индии отправным моментом стало распространение буддизма. Еще в I веке н. э. появились скульптурные изображения Будды в человеческом подобии. Позднее популярнейшим божеством стал Шива. В его образе особенно полно отражены принципы индийской эстетики и национальные приемы художественного творчества. Начиная с X века н. э. предпочтение отдавалось танцующему Шиве, который символизирует движение, круговращение мира.

Китайские литые скульптурные изображения Будды, датируемые I веком н. э., отличаются сложностью композиции, тщательностью обработки. Для китайского стиля характерно изготовление больших отливок животных,

реальных и мифических, устанавливаемых на постаментах у входа во дворцы и храмы.

Высоким мастерством отличались скифские литейщики (VII–III век до н. э.). Подтверждением тому могут служить бронзовые котлы для варки пищи, незаменимые при кочевом образе жизни. Котлы украшали литыми узорами, фигурами козлов, растений, культовыми знаками. Скифы применяли стрелы с гранеными наконечниками из бронзы, которые отливались в металлических формах – кокилях. Технология литья в кокиль была утрачена и возродилась лишь в XVII веке н. э.

При археологических раскопках в Центральной Африке были обна-ружены плавильные печи и шлак. Это дало основание предположить, что примитивная выплавка железа здесь велась уже в самом начале 2-го тысячелетия до н. э. Зарождение металлургии здесь имело свои особенности. В джунглях и саваннах экваториальной Африки почти нет залежей меди. Век металла тут начинался с железа. Африканские литейщики для литья гвоздей, бус и других предметов применяли специальные формы. В Восточной Нигерии в погребении уже полу-тысячелетней давности были обнаружены художественные отливки из бронзы в виде черепа леопарда и рукоятки посоха, увенчанной фигурой всадника, маски людей, животных, различные украшения, бронзовые сосуды в форме раковин.

Этап ремесленной литейной технологии начался с бурного освоения чугунолитейного производства, которое стало возможным с изобретением мощных воздуходувных устройств, позволивших создать более производительные печи для восстановления железа из руды. Кроме того, возрос спрос на чугунные ядра и чугунные пушки.

Уникальным памятником литейного искусства XVI века является Царь-пушка – выдающееся творение русского мастера Андрея Чехова

Согласно надписи, на пушке она была отлита по указанию царя Федора Иоанновича в 1586 г. Масса ее – более 2400 пудов (40 т), длина – 5,34 м, калибр

– 89 см. По замыслу создателей вес ядра составлял 120 пудов, масса одного порохового заряда – 30 пудов.

Царь-пушка славится не только своими размерами, но и художест-венными достоинствами. Пушку украшают тонко выполненные изящ-ные барельефы. На правой стороне дульной части изображен царь Федор в полном царском облачении, со скипетром, едущий верхом. Царь-пушка была создана как боевое орудие для обороны Кремля, но из нее не было сделано ни одного выстрела.

Рисунок 4 – Царь-пушка

Особой областью литейного искусства является литье колоколов. Оно достигло расцвета в средние века, однако основные технологические приемы накапливались тысячелетиями.

Колокольный набат извещал о нашествии врагов, мятеже, пожаре, эпидемии чумы. Под колокольный звон казнили людей. По сигналу колокола новгородцы собирались на вече. В деревнях России в пургу днем и ночью звонили колокола, чтобы путники находили дорогу. Колокола, устанавливаемые на кораблях или в опасных местах побережья, в туман предохраняли корабли от

столкновений и крушений. Трезвон церковных колоколов, то радостный и заливистый, то торжественно плавный, то томительно скорбный, сопровождал человека в течение всей его жизни.

На колоколах, как правило, выполняли всевозможные надписи. Первоначально они содержали сведения о времени изготовления колокола, религиозные тексты. Позднее их форма и содержание усложнились, появились посвящения различным историческим событиям, государям.

Европа, как уже указывалось, наследовала традиции скульптурного литья, заложенные древними греками и этрусками Начиная с эпохи Возрождения античные статуи стали классическими образцами, на которых учились и которым подражали многие поколения ваятелей.

Широкое знакомство России с античным искусством происходит в царствование Петра I Изготовление литых статуй требовало особых, весьма сложных приемов, поэтому в XVII веке в России литье скульптур превращается в самостоятельную область литейного производства.

Скульптуры делают из различных материалов, устойчивых к атмос-ферным воздействиям Материалами, сочетающими в себе высокую пластичность, прочность и достаточную стойкость против коррозии и эрозии с декоративными свойствами, являются бронза, чугун, сталь.

Литые памятники имеются почти в каждом городе, они украшают площади, скверы, парки Некоторые из них настолько слились с архитектурным ансамблем городов и окружающим ландшафтом, что стали их неотделимой частью, их символическим выражением.

Как уже говорилось выше, к началу XX века на смену ремесленной технологии пришла промышленная. Создаются новые сплавы, новые технологии, новое оборудование. В России появляются заводы художественного литья. Самым известным, пожалуй, считается Каслинский завод.

Пути развития Каслинского художественного литья отражают различные этапы в истории русской скульптуры. В изделиях мастеров находят свое отражение стиль высокого классицизма (Э. М. Фальконе, Ф. П. Толстой и др.),

становление камерной скульптуры, связанное с движением "передвижников" (Ф.Ф. Каменский), и стиль "модерн" (Е. Баумгартен). В чугуне повторены скульптуры Е. А. Лансере, Н. И. Либериха, П. К. Клодта, Ж. Готье и др. На заводе отливались фигуры животных, множество подсвечников, пепельниц, подчасников, вазочек, чернильных приборов, садовая мебель и др. Благодаря каслинским мастерам работы малой пластики Клодта распространились далеко за пределы Уральского хребта.

Рисунок 5 – Каслинская отливка «Лошади на воле»

### 1.1.1 Кабинетные отливки

Как уже стало ясно, на Урале также умели изготовлять и небольшие по размеру декоративные отливки. В начале XIX века уральские заводы даже выпускали чугунные иконы, получившие широкое распространение среди населения.

Круглая камерная скульптура начала производиться чуть позже, уже в 1820-е. Прежде всего это были пресс-папье или, как их называли на Урале, – «накладки». Накладки, положенные на бумажные листы, прижимали их к столешнице. Вещь полезная, нужная, чтоб важные бумаги сквозняком со стола

не сдуло. Состояла из двух частей: массивной пластины и укрепленной на ней декоративной фигуры. Например, лев, лежащий на высоком постаменте, – чем не украшение?

Рисунок 6 – скульптурная группа «олень и барс» (Касли)

Вскоре вошли в моду небольшие чугунные статуэтки – кони со всадниками и без, вислоухие охотничьи собаки, крестьянские мальчики, бог Меркурий в крылатых сандалиях и даже «чугунная бабушка» (популярная в конце XIX века фигурка старушки с пряжей, которой посвящен одноимённый сказ П. П. Бажова).

Не на площади, не в саду или в парке, а в кабинете, на письменном столе им было самое место. Вот потому и назвали такую небольшую по размерам скульптуру камерной, или ещё – кабинетной. Детали их тщательно проработаны, если, к примеру, изображена лошадь, то в конской гриве видны волоски, уздечка и даже повод у коня как настоящие, только из чугуна. В конце XIX века широкое распространение получили чугунные копии скульптур русского скульптора Е.А.Лансере, постоянно обращавшегося к конским сюжетам.

В конце XIX века изделия чугунного литья стали столь популярны потому, что всё дело в удачном соотношении цены и качества: у людей появилась возможность купить относительно недорогие (Бронза была гораздо дороже)

копии известных произведений. Нечто похожее происходило в это время и с картинами знаменитых живописцев: репродукционные литографии шедевров во многих домах охотно вешали на стены.

Небольшие размеры таких статуэток позволяли украшать ими домашнюю обстановку, даже если жилые помещения были не слишком просторны. Многие чугунные изделия, подобно накладкам, имели вполне бытовое назначение – чернильные приборы, подчасники для настольных часов, подсвечники, пепельницы, спичечницы, вазы, тарелки, шкатулки и коробочки.

Чугун оказался самым демократичным из известных в то время скульптурных материалов: с его популярностью смогла поспорить только пластмасса, вошедшая в обиход в первой трети XX века, потеснившая вскоре чугунную пластику и ставшая королевой бытового и художественного ширпотреба.

Спрос на кабинетное литьё оказался хорошим. Но с переходом на малые формы обнаружились у большинства уральских литейщиков серьёзные трудности – основной промышленный литейный чугун не обладал достаточно хорошими литейными свойствами для производства тонких изделий.

Вот когда малозаметный прежде своей художественной продукцией Каслинский завод, постепенно вытеснил с рынка своими великолепными изделиями продукцию конкурентов.

Завод этот был основан давно, ещё в 1747 году, одним из первых в Зауральской Башкирии. Построили его промышленники из Тулы – Коробковы, Тимофей и Яков, дед и внук. Сначала завод был только чугуноплавильным и железоделательным. Потом, в 1811 году, перед войной с Наполеоном, принялись за отливку ядер, бомб, гранат и картечи. А художественные отливки начали производить уже к середине 19 века.

Говорят, в Каслях чугун был особенный – мягкий, пластичный, легко заполнявший самую сложную, самую тонкую форму. И до сих пор именно каслинские отливки являются актуальным примером для подражания. Даже при

упоминании кабинетного литья, воображение рисует результат творчества именно каслинских мастеров.

### 1.2 Настольные светильники

Первые лампы настольные присутствовали ещё у древних римлян и греков. Это были масляные светильники – лампадки, которые представляли собой фитиль, опущенный в небольшую плошку с растительным маслом или животным жиром. Современное название «лампа» мы также позаимствовали из древнегреческого - lampados, так назывались античные светильники.

Использование глиняных обожженных сосудов специальной формы в качестве осветительных приборов началось в Леванте в конце III тыс. до н.э. Немного позднее, в позднеминойский период, они получили распространение и на Крите. Археологи обнаруживали их в незначительных количествах при раскопках различных греческих городов в слоях X-VIII вв. до н.э. В более поздних пластах они встречаются очень часто, что свидетельствует о том, что они начали производиться массово с VII в. до н.э.

В качестве топлива в светильниках использовались животный жир и масло (в первую очередь оливковое). Устройство и конфигурация осветительных приборов зависели от различных видов горючих материалов. Так, светильники, заправляемые животным жиром, всегда были открытыми, и фитиль, изготовленный из растительных волокон, свободно плавал в жире, а иногда его загибали на стенку светильника. Об этом свидетельствуют следы пламени, обнаруженные на подавляющем большинстве экземпляров. Часто светильники имели толстые стенки, более того, многие лепные лампы были рассчитаны именно на животный жир.

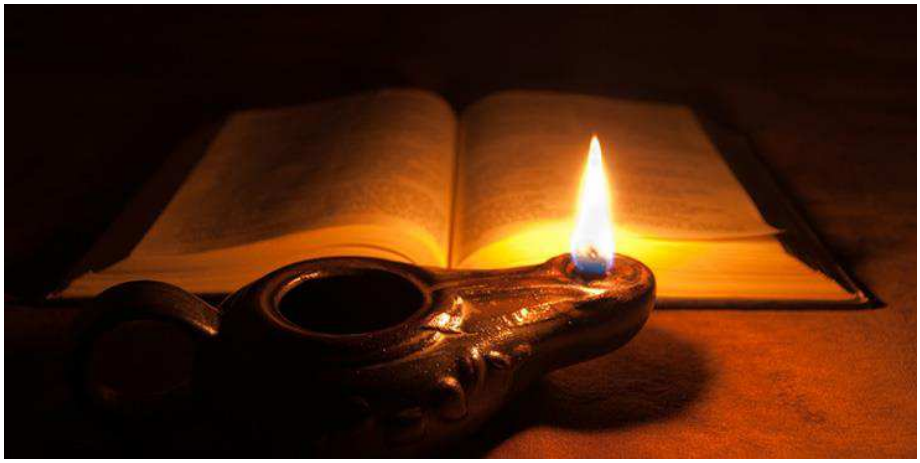


Рисунок 7 – Античная масляная лампа

Несмотря на сравнительно небольшие размеры, в зависимости от толщины фитиля светильник мог гореть от 30-40 минут до 2-3 часов, давая сравнительно немного света. Тем не менее современные эксперименты показали, что при двух зажженных светильниках вполне можно читать.

Большинство светильников VI-V вв. до н.э. были низкими и вмещали сравнительно небольшой объем масла. Со временем вместилище светильника становилось глубже (соответственно, объемнее), а стенки закрывали его все больше и больше.

С распространением в эллинистическое время техники штамповки в форме технология изготовления светильников совершенствуется, и их начинают украшать цветами, розеттами, разнообразными пальметтами. Поверхность светильника снаружи покрывается блестящим лаком черного или красного цвета. Иногда такое же покрытие делается и изнутри - для того, чтобы масло не впитывалось в пористую глину (см. рис. 8).

Рисунок 8 – чернолаковые светильники из Афин

Расцветом глиняного светильника стала эпоха Римской империи. Превращение колоссальных даже по современным меркам территорий в единый рынок стимулировало не только формирование вкусов и традиций, но и появление первых мощных индустриальных центров по производству керамической продукции, способных заполонить своими нехитрыми изделиями все Средиземноморье. Не случайно именно с этого момента во главу угла ставится компактность светильника и легкость в изготовлении, что снижало его стоимость и облегчало транспортировку. В мировой империи товары, изготовленные в Италии, Греции и Египте, с легкостью доставлялись вездесущими римскими торговцами на край ойкумены, в Крым и на Кавказ.

Щитки светильников украшались различными изображениями - от деяний божеств до гладиаторских боев и эротических сцен. Это настоящая энциклопедия античной жизни.

Рисунок 9 – Древнегреческие открытые светильники, изготовленные на гончарном круге.

Глиняные лампы были в каждом жилом доме, мастерской, лавке: их вывешивали перед входом, в портиках, ставили в ниши в стенах или просто на землю, у дверных порогов. Попав на рынок, любой человек мог выбрать себе светильник по вкусу, настроению и назначению.

В качестве парадных осветительных приборов, которые использовались в быту только верхушкой общества, служили бронзовые канделябры. Обычно такой канделябр изготовлялся в виде многогранного стержня на трех львиных лапах, часто он венчался ионийской капителью со стоящей на ней фигуркой или подставкой, на которой можно было крепить свечу или поставить обычный глиняный светильник. Интересно, что примитивные канделябры использовались и варварами, например, сарматами. Чаще всего они были железными, выкованными местными мастерами, которые едва ли переживали за красоту своих изделий.

Уже с IV в. в широкое обращение во всех провинциях необъятной Римской империи входят стеклянные кубки с коническим или цилиндрическим туловом, которые бытовали до VI в. Об их применении как осветительных приборов говорят находки такого рода лампад со следами масла на стенах, а также изображения подобных сосудов, где они подвешены на концах иудейского семисвечника - меноры. С самого начала эти изделия не уступали в популярности глиняным светильникам. В них наливали воду, а поверх нее - слой масла, в который опускали фитиль.

В позднеантичное время прослеживается тенденция огрубления форм глиняных светильников, а также их декора. Изделия, выходившие из рук мастера, наполнялись новым духом - духом холодной, бездушной стилизации. Все было рассчитано на массовое производство и сбыт, на спрос со стороны самых широких слоев населения с их нехитрыми запросами.

Падение производства традиционных глиняных светильников говорит о преобладании с эпохи раннего Средневековья новых способов освещения, уверенно теснивших старые. Помимо стеклянных лампад такую роль могли сыграть только свечи, которые постепенно нашли свое наиболее широкое применение среди осветительных приборов.

Окончательная победа свечей на рынке осветительных приборов в византийском обществе скорее всего могла произойти из-за потери источников внешних поставок оливкового масла в ходе захватнических походов Арабского халифата. Потеря Византией своих африканских владений - давних основных экспортеров оливкового масла - вполне могла склонить чашу рыночных весов в пользу восковых свечей.

Последующие века не принесли видимых новшеств в конструкцию осветительных приборов. Надвигавшееся мрачное европейское Средневековье вполне обходилось факелами и свечами, причем последние чаще были сальными. Исходящий от таких свечей смрад не смущал средневековых обитателей замков и городских домов, вся мирская жизнь которых была лишь прелюдией к вечной жизни, наполненной ярким светом…

В Древней Руси основным осветительным прибором служила зажженная лучина, закрепленная на подставке, применялись также открытые светильники, заполняемые жиром. В богатых домах могли быть бронзовые лампы или привозные многоярусные светильники – люстроны. Воск, традиционно служивший важным экспортным товаром, был также широко распространен на Руси, ведь бортничество было одним из важнейших занятий населения. Как следствие восковая свеча освещала и дом богатого горожанина, и храм. В более позднее время зажженную лучину вставляли в специальные подставки – кованные из железа светцы, которые освещали даже боярский дом. Несовершенные осветительные приборы многократно приводили к пожарам в полностью деревянных городах. Так, русские летописи пестрят упоминаниями о том, как, например, "Москва от одной свечки сгорела".

Те лампы, о которых мы сейчас говорим, как о настольных, появились только в девятнадцатом веке. С развитием технологий производства масляные лампы сменили лампы на керосине. Они отличались от масляных светильников тем, что не создавали копоти. Также вместо абажура у керосиновых ламп имелась стеклянная колба. Яркость освещения в керосиновой лампе можно было изменять при помощи специального колесика, которое позволяло регулировать длину горящего фитиля. В Европе керосиновые лампы использовали повсеместно, независимо от чинов и сословий. В России же нищие слои населения пользовались по традиции масляными плошками или лучинами.

На пороге стояло Новое время, когда с изобретением газовых горелок, керосиновых ламп, а затем и электричества принципиально изменилась вся система освещения, а прежние осветительные приборы канули в Лету.

Невероятный скачок в развитии получили осветительные приборы благодаря изобретению Томаса Эдисона. Лампа накаливания полностью изменила вид настольных ламп – абажуры стали производить всё более компактными, ориентированными на локальный свет, ножку лампу стали производить на шарнирах, позволяющих менять местоположение абажура.

Лампы настольные в наше время переживают новое рождение благодаря энергосберегающим технологиям, что как раз отражено в данной бакалаврской работе.

### 1.3 Анималистический жанр

Животные всегда играли важную роль в жизни человечества. Первые люди издревле изображали животных. Еще на стенах древних пещер красовались олени, лошади, носороги, львы и изредка мамонты. Люди обожествляли зверей, ведь от них напрямую зависело первобытное выживание. Можно с уверенностью утверждать, что анималистика – это первый освоенный человеком жанр искусства, и он популярен до сих пор.

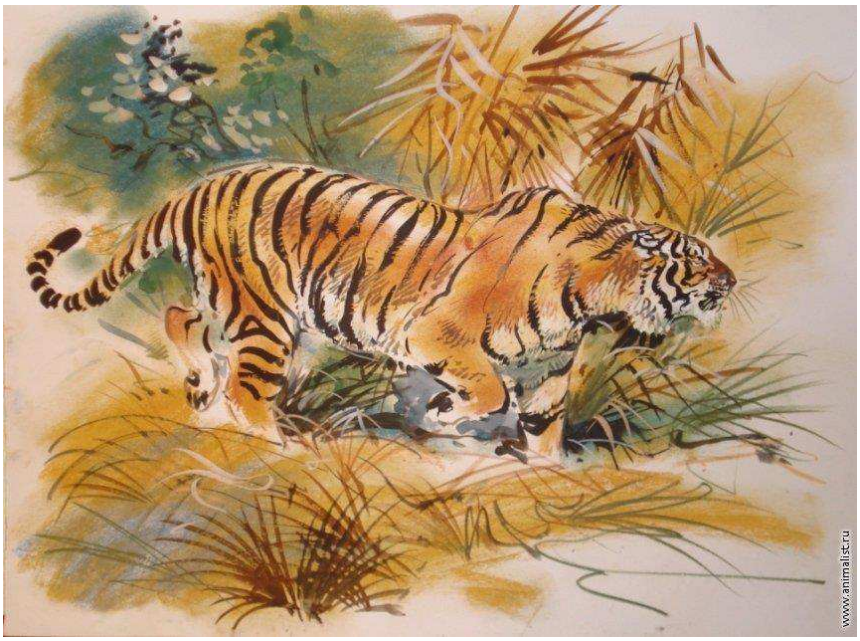



Рисунок 10 – Тигр (анималистика, Виктор Бастрыкин)

Анималистика – это художественный жанр, в котором объектом изображения служит животное или животные. Это направление сочетает в себе как художественные, так и естественно-научные начала. Художник передает свое восхищение красотой природы, ее силой, могуществом и гармоничностью.

Главной задачей анималиста могут быть как точность изображения животного, так и художественно-образные характеристики, включая декоративную выразительность или наделение животных присущими людям чертами, поступками и переживаниями (например, изображение антропоморфных персонажей сказок и басен). Животные мотивы настолько популярны и важны для человечества в целом, что они могут применяться повсюду: в одежде, в архитектуре, в изобразительном и декоративно-прикладном искусстве.

## 2 Художественная часть

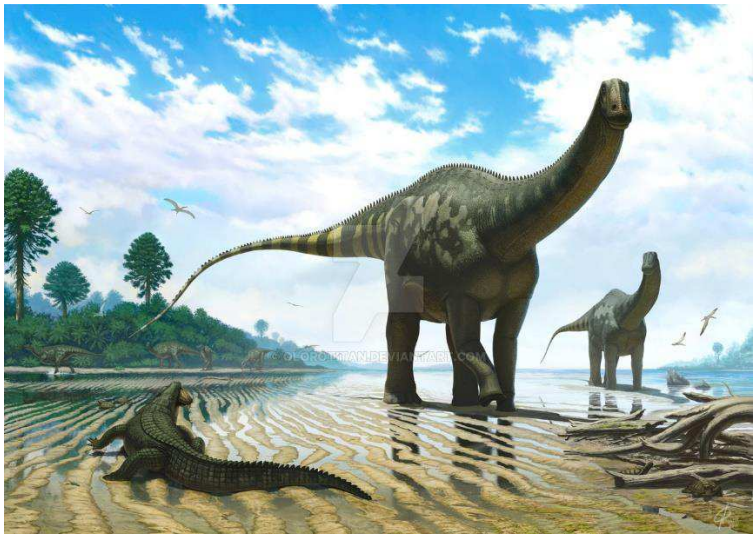
### 2.1Палеоискусство

Ранние этапы развития жизни на планете Земля окутаны неизвестностью, но с каждым годом белых пятен становится всё меньше и меньше. Раньше человеку было трудно представить, животных больше слона или жирафа, и, наверняка, именно поэтому открытие динозавров произвело просто взрыв научного и обывательского интереса к ним в обществе. И с тех пор они будоражат воображение человечества вот уже около полутора сотен лет. Только киты могут посоперничать с ними в размерах. Самое поразительное в древних рептилиях, что это вовсе не мифологические, абстрактные рогатые чудища, а вполне реальные, но, к сожалению, или к счастью, вымершие животные. А ведь когда-то давным-давно эти создания шагали по нашей планете и были такой же естественной частью природы как и современные волки, олени, тигры и т.п..

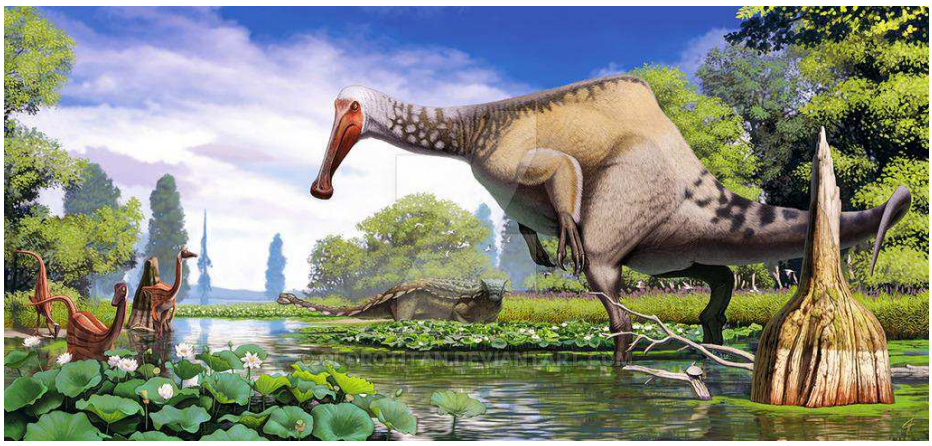
В учебниках по палеонтологии исторические обзоры часто начинаются с рассуждений, когда именно люди впервые обратили внимание на окаменелости, встречающиеся в земных слоях. Похоже, что ископаемые остатки растений и животных были с людьми всегда, и, так или иначе, сопровождали человечество с самых первых, начальных фаз антропогенеза. Вспомним палеолитические захоронения с ожерельями из раковин плиоценовых моллюсков или

неолитическую керамику с узорами, которые сделаны штампами, изготовленными из раковин аммонитов. В Средневековье имели широкое распространение коллекции природных курьезов: «змеи святого Патрика» (аммониты) и каменные «птичьи языки» (зубы древних акул). В не меньшей степени люди с давних времен интересовались и ископаемыми растениями.

Окаменелости были и остаются не только предметом научных исследований, но и заметной составляющей человеческого быта, объектами художественного творчества и коллекционирования. Все это объединяется емким и многогранным понятием «палеоарт». Палеоарт (палеоискусство, палеоанималистика) – вид искусства, изображение объектов, относящихся к палеонтологии: преимущественно вымерших существ и их ископаемых остатков. Несмотря на то, что палеоарт очень разнообразен, он является по сути отдельной веткой анималистики. В нем исукусство тесно сплелось с научной парадигмой. Тем не менее, за много лет палеоарт завоевал свою собственную аудиторию и стал практически отдельным направлением.



а)



б)

Рисунок 11 – а) и б) – работы известного кемеровского палеохудожника – Андрея Атучина

Создание образов древних животных и растений всегда интересовало как специалистов, так и любителей палеонтологии. Однако реконструкции древних организмов вызывают не только общественный интерес, но и скепсис: откуда ученые все это знают, и кто такое видел?

Объектом палеоарта может быть, как отдельный организм, так и целое доисторическое сообщество или даже древний ландшафт. При этом нередко художнику-палеонтологу приходится работать в рамках осознанно или интуитивно выбранной парадигмы, которая накладывает на творчество ученого вполне определенные, а иногда и довольно жесткие ограничения.

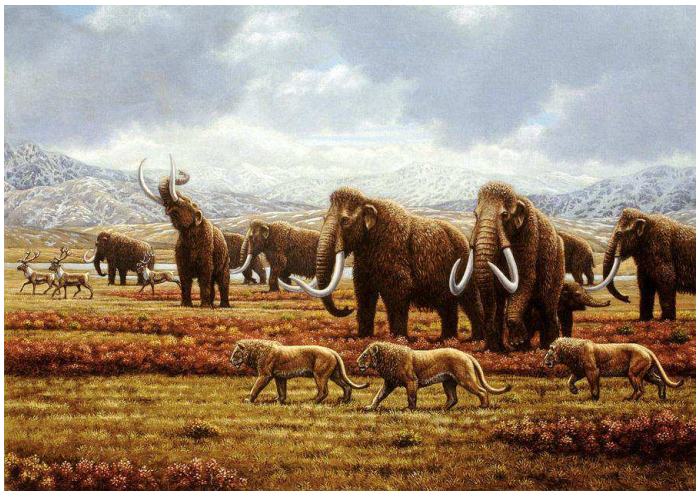


Рисунок 12 – доисторический пейзаж Маурицио Антона

Конечно же, ученые совместно с художниками палеоиллюстраторами не раз пытались воссоздать картины прошлого Земли, внешний облик динозавров и других вымерших животных. Представление об тех удивительных мирах также не раз менялось в течение последнего столетия, чему способствовали новые археологические находки. И все равно никто не может точно знать, как они выглядели. Доля фантазии есть в каждом произведении.

### 2.2 Изучение анатомического и исторического контекста

Тема динозавров в палеоискусстве уже не нова, но примечательна тем, что буквально каждый год переживает новый пик своей популярности, ведь до сих пор палеонтологами описываются десятки видов вымерших организмов. Очень хорошим примером может служить один из видов древних ящеров называемый спинозавром. Представление о его внешнем облике менялось коренным образом как минимум 2 раза за прошедшее столетие. Совсем недавно, благодаря новым находкам, открылись новые сведения об образе жизни этого динозавра, о его анатомии. И конечно же, художники-палеоиллюстраторы принялись за свое дело.

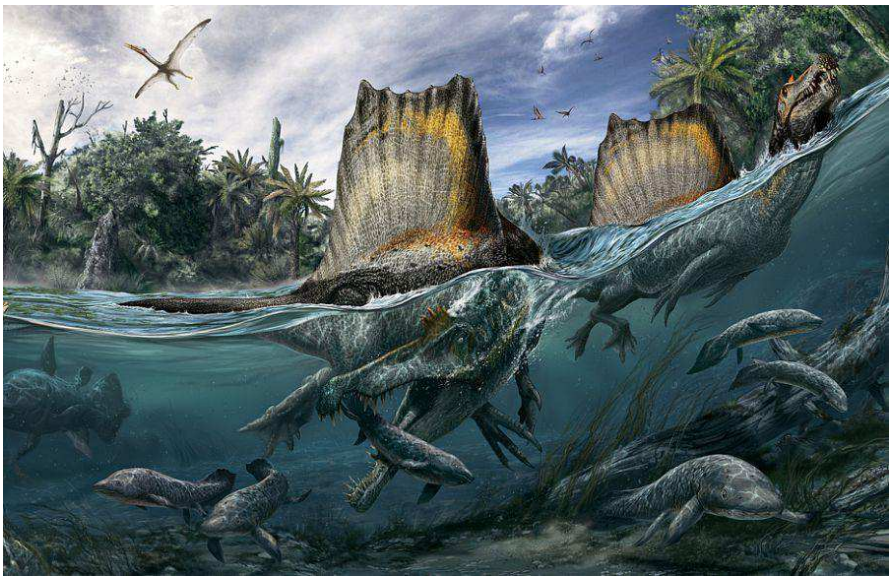


Рисунок 13 – реконструкция внешнего вида и образа жизни спинозавра

Все дело в том, что его останки находят только в северных районах Африки и в очень малых количествах. Он уникален по своей анатомии и, возможно, образу жизни, который во многом как раз и повлиял на внешность спинозавра. Это огромный полуводный хищник с вытянутой как у крокодила мордой и очень примечательным «парусом» на спине. В отличие от своих ближайших родственников, других крупных хищных динозавров, которые обладают достаточно длинными ногами, чтобы быстро передвигаться по земле, спинозавр утратил длину ног и стал вести земноводный образ жизни. Его короткие задние лапы были больше предназначены для плавания, в чем опять же прослеживается его сходство с крокодилом. Однако это было совершенно отличное животное.

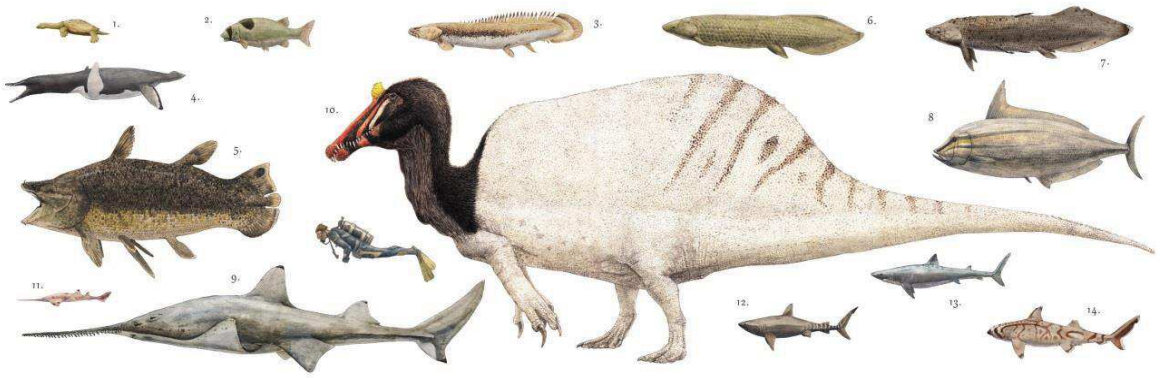


Рисунок 14 – сравнение размеров человека со спинозавром и рыбами, на которых он предположительно охотился

Так как спинозавр вел преимущественно водный образ жизни, основной его добычей становилась рыба, что видно на рисунках выше. Скорее всего, это было большое, неторопливое, величественное, но опасное животное. Он был «царем» всех побережий доисторической Африки. Едва ли кто мог оспаривать его права на господство как в воде, так и на суше.

### 2.3 Идея скульптурной композиции

Одним из видов палео-творчества являются объемные круговые маломасштабные композиции. Хорошим примером могут служить скульптуры фирмы «SideShow». Они достаточно точны с научной точки зрения, а также искушают зрителя пластикой, динамикой и красочностью изображенных животных.

Рисунок 15 – скульптурная композиция, изображающая охоту древних ящеров

Миниатюрная скульптурная композиция зачастую может стать тем штрихом в интерьере, который завершает его художественный образ. Зачастую они применяются как вид инсталляции в музеях и помогают зрителям дополнить визуальный образ того или иного экспоната. Особенно это необходимо в тех залах, которые предоставляют зрителю какие-либо реконструкции, будь то архитектура, одежда, событие или же предполагаемый внешний вид вымершего животного. Подобные композиции могут нести не только информативный, но и художественно-эстетический характер.

Как своеобразный жанр, палеоискусство очень разнообразно: от огромных панорамных полотен, до ювелирных украшений и видеоклипов. И среди общего

разнообразия иногда попадается что-то из ряда вон выходящее. Как например, результат совместного творчества Палеохудожника Андрея Атучина (скульптор) и литейщика Аркадия Томашпольского (рис. 16).

Рисунок 16 – Пример палеотематической кабинетной отливки

Эта работа послужила толчком к созданию всей идеи и в дальнейшем вдохновительным материалом, при создании эскизов изделия.

В данном дипломном проекте было решено взять в качестве ключевой фигуры именно спинозавра, про которого упоминалось выше, так как этот очень интересный ящер довольно примечателен с художественной точки зрения. Этот ящер хорошо узнаваем в среде любителей палеотематики. Он стал очень популярен в современной культуре,  в основном благодаря фильму «Парк юрского периода III». По некоторым свидетельствам он являлся самым большим плотоядным динозавром, а соответственно и самым крупным наземным хищником из всех когда-либо живших, что также способствовало его высокой популярности.

Изучив всевозможную информацию об этом уникальном доисторическом животном, в том числе особенности его строения, пластику, образ жизни, было разработано художественное решение, олицетворяющее всю суть спинозавра в

виде миниатюрной скульптурной композиции, которая увенчивает декоративный ночной светильник. Композиция состоит из самого ящера, лежащего на песчаном берегу, пойманной рыбы, которую он попирает своей передней лапой и части водоема, куда опускается конец хвоста динозавра. Его поза статичная, хвост свернут полукольцом в левую сторону. С геометрической точки зрения – круг это самая устойчивая, уравновешенная форма, поэтому и вся композиция за исключением слоя воды образует в итоге круг: островок, на котором улегся ящер, а также сама фигура спинозавра при взгляде сверху образует окружность – дугообразная линия хвоста продолжает направление тела и головы, она замыкает картину, делает ее безмятежной, спокойной. Внешние покровы тела ящера грубы и напоминают кожу варана или в некоторых случаях даже крокодила, что контрастирует с гладью поверхности водоема. Ноги поджаты под тело, что еще больше концентрирует основную массу динозавра в области его туловища. Длинный плоский хвост противопоставляется этой массивности. В целом, тело спинозавра построено на золотых пропорциях: длина головы вместе с шеей относится к длине тела так же как длина тела относится к длине хвоста.

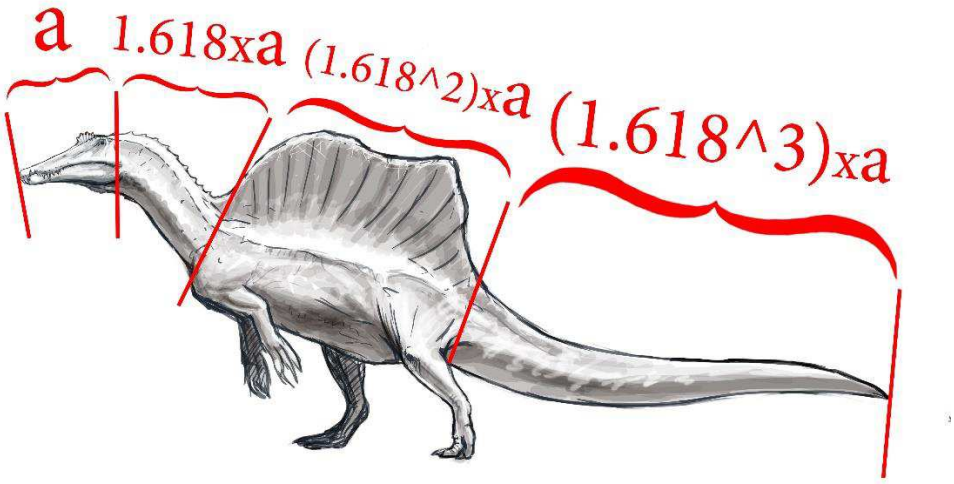



Рисунок 17 – золотые пропорции спинозавра

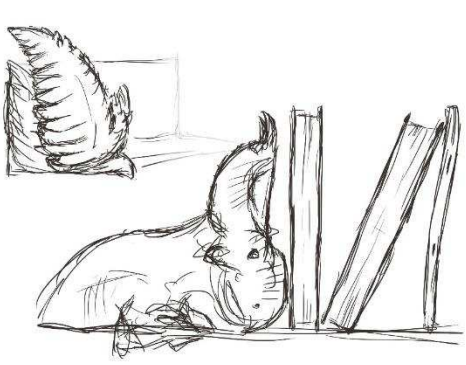
Золотые пропорции можно также усмотреть в отношении массы воды к массе основной скульптурной группы. Передние лапы сложены поверх пойманной добычи, что олицетворяет господство ящера, а голова поднята и немного повернута налево – динозавр осматривается вокруг после успешной охоты и утомительно-жаркого дня, отдыхая на берегу в сумерках.

Идея спокойствия, отдыха, умиротворенности претворилась в виде ночного светильника. Основание скульптурной группы – это берег, внутри которого установлена светодиодная лента, при этом свет от нее будет прежде проходить сквозь воду – слой застывшей эпоксидной смолы, что будет придавать свету голубоватое мерцание.

### 2.4 Разработка эскиза

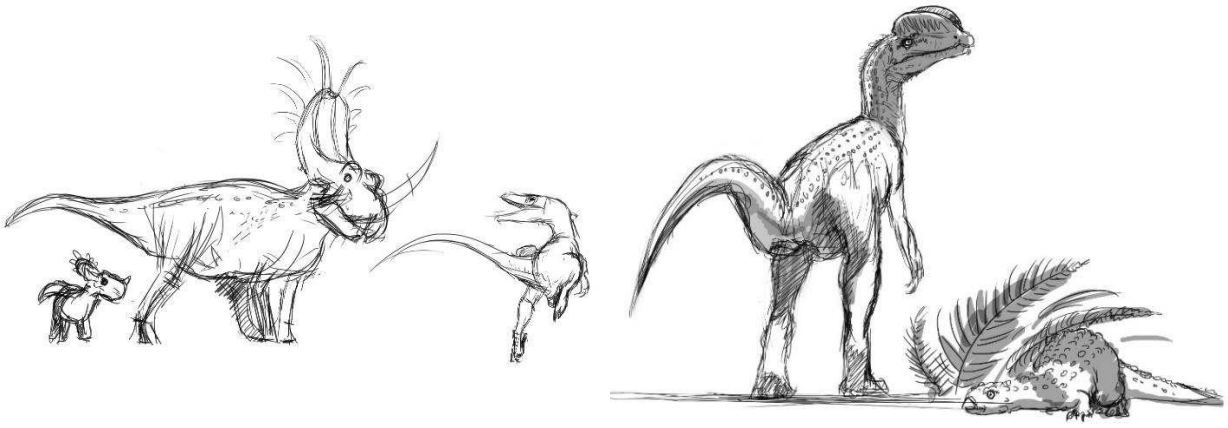
Первым этапом для создания изделия всегда служит эскизирование и художественный поиск нужной композиции. Возможности художественного литья позволяют получать сложные по конфигурации изделия. Поэтому строгих ограничений в сложности не было.

Так как идея не возникла сразу и создавалась по мере того, как возникали соответствующие эскизы, то их оказалось достаточное количество. Изначально ключевыми фигурами в композиции были совсем другие древние динозавры и сюжеты. Было разработано порядка 12 эскизов. Далее можно посмотреть процесс поиска нужной художественной идеи на примере разработанных эскизов.



а) б)

Рисунок 18 – разработка идеи скульптуры в качестве подставки под книги или полки : а) с фигурой рогатого динозавра; б) с фигурой спинозавра



а) б)

Рисунок 19 – разработка сюжета композиции: а) рогатый ящер защищает детеныша; б) Охота мелкого динозавра

Рисунок 20 – предварительный выбор понравившегося сюжета и его проработка

Рисунок 21 – возникновение и проработка идеи ночного светильника

После создания множества эскизов, был выбран и проработан лучший. Все эскизы создавались на компьютере в графическом редакторе Adobe Photoshop X6 с помощью графического планшета.

щ

Рисунок 22 – финальный эскиз

## 2.5 Выбор материалов

Как уже было сказано выше, для основы всей композиции – фигуры спинозавра был выбран литейный сплав бронзы БрО5Ц5С5. Этот сплав обычно используется для производства антифрикционных деталей, различных арматур, вкладышей подшипников. Вечерние сумерки, особенно на природе, всегда располагают к умиротворению, весь мир как бы готовится к темной и прохладной ночи. Во всем преобладают оттенки от красного, фиолетового, синего, и сизо-голубого. Бронза как раз обладает необходимой гаммой цветов в совокупности со своей благородностью и металлическим блеском. Именно поэтому материалом для изготовления была выбрана именно она. Темный берег и голубоватая вода вокруг дополняют эту палитру цветов.

Химический состав литейной бронзы БрО5Ц5С5:

Cu – 80,7-88%

Pb – 4-6%

Zn – 4-6%

Sn – 4-6%

Температура литья для данного сплава составляет $1250^0$-$1300^0$C, линейная усадка около 1,5%.

Для уменьшения веса изделия материалом подставки, на которой сидит ящер был выбран алюминиевый сплав – силумин АК12. Данный сплав отличается превосходной герметичностью. Из него можно получать отливки высокой сложности. Этот металл гораздо легче поддается механической обработке, не смотря на то что довольно хрупок. Также в виду своей распространенности и относительно низкой цены, он способствует удешевлению себестоимости готового изделия. Силумину можно придать практически любой внешний вид путем патинирования, гальваники или покраски.

Химический состав литейного алюминия:

Al – 84,3-90%;

Si – 10-13%;

Fe – 1,5%;

Mn – 0,5%

Температура литья составляет около $745^0$-$760^0$C, а линейная усадка порядка 0,8%.

Для создания эффекта жидкой воды вокруг используется эпоксидная смола марки pebeo «gede». Эпоксидная смола – это практически полностью инертный материал с химической точки зрения, состоящий в затвердевшем состоянии из сшитых полимеров.

Смолы часто применяются в декоративно-прикладном искусстве, в ювелирных украшениях и даже элементах мебели. Некоторые умельцы делают свои изделия непосредственно из «эпоксидки». В зависимости от поставленных целей и задач она может выполнять разные функции как связующее или как внешнее покрытие какой-либо поверхности. После правильной механической обработки иногда смолу трудно отличить от стекла. Такие смеси также очень

легко покрасить в тот или иной цвет – достаточно добавить в еще не затвердевшую основу необходимое количество нужного красителя.

Использование этого материала в данной дипломной работе было обусловлено прекрасными художественно-эстетическими свойствами смолы, тем более, что она обладает высокой адгезией с металлами (т.е. слипанием поверхностей при затвердевании).

# 3 Технологичекая часть

## 3.1 Литьё по выплавляемым моделям

Литьё по выплавляемым моделям – это процесс получения металлических или пластиковых отливок сложных конфигураций, путем заливания материала в оболочковую форму, полученную с помощью вытапливания из нее воска. Отсюда и идет название способа литья. Этот способ изготовления отливок использовали еще 4000 лет назад, и, возможно, даже ранее, однако он до сих пор считается одним из самых прогрессивных.

С помощью данного способа можно получать отливки практически любой сложности при должном качестве поверхности оболочки формы. Литье по выплавляемым моделям очень распространено не только в художественном деле, но и в промышленном деле. Например, больше половины автозапчастей получают именно таким способом и затем обрабатывают.

Для начала изготовляется мастер-модель (прототип будущей отливки) из любого удобного для обработки вручную материала, например, пластилина, дерева или гипса. Затем создается восковая модель также либо путем отливания жидкого воска в первичную пресс-форму, либо непосредственно сразу путем пайки отдельных парафино-стеариновых частей будущей модели. Если нужно, то восковая модель также проходит этап тонкой доработки мелкими инструментами такими как иголки или стеки. После этого восковка слой за слоем

покрывается специальной керамической глинообразной смесью, которую после высыхания прокаливают и вытапливают из нее воск.

К литью приступают уже непосредственно после того как керамическую форму нагреют до определенной температуры, чтоб ликвидировать термический удар расплавленного металла, иначе форма может треснуть.

### 3.2 Изготовление фигуры динозавра

#### 3.2.1 Создание мастер-модели

После создания эскиза можно приступать к изготовлению мастер-модели. Для того, чтоб модель была долговечной и достаточно прочной, было решено отказаться от скульптурного пластилина в пользу полимерной глины и использовать её как основной материал для изготовления скульптуры динозавра.

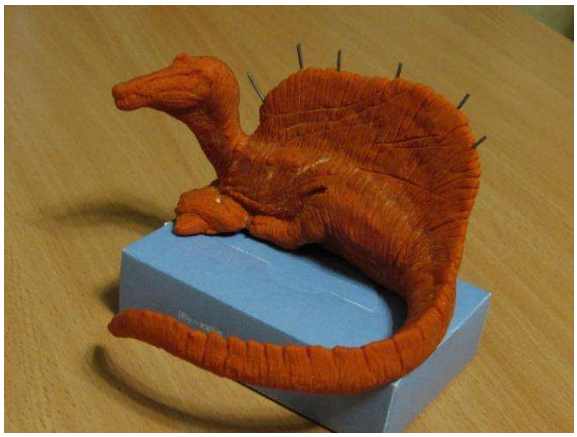
Использовалась глина марки Artifact производства Россия (Санкт-Питербург).

Рисунок 23 – пластика марки Artifact (терракотовая)

Для упрощения процесса лепки, в основе модели была заложена проволочная арматура, а также фольга для заполнения внутреннего объема, уменьшения веса и стоимости. Фольга делится на отдельные куски неправильной формы и в необходимых местах покрывает арматуру сверху толстым слоем. Затем делается фиксирующий начальный слой полимерной глины небольшой толщины, для того, чтоб в дальнейшем модель держала свою форму и можно было производить лепку не боясь, что модель разрушится. Вторым слоем наращивается нужный объём в ключевых местах скульптуры. Затем, поочередно, начиная с головы ящера наносится внешний лицевой слой, и скульптура прорабатывается детально при помощи стеков и перочинного ножика. Каждый новый слой необходимо запекать в печи при температуре от $110^0$ до $130^0$ по Цельсию на протяжении 30–40 минут. Иначе, глина может не застыть окончательно либо пережечься и потерять свои художественные свойства.

а)

б)



в)

Рисунок 3 – а) Начальная стадия; б) Промежуточная стадия; в) Финальная стадия моделирования

### 3.2.2 Изготовление пресс-формы

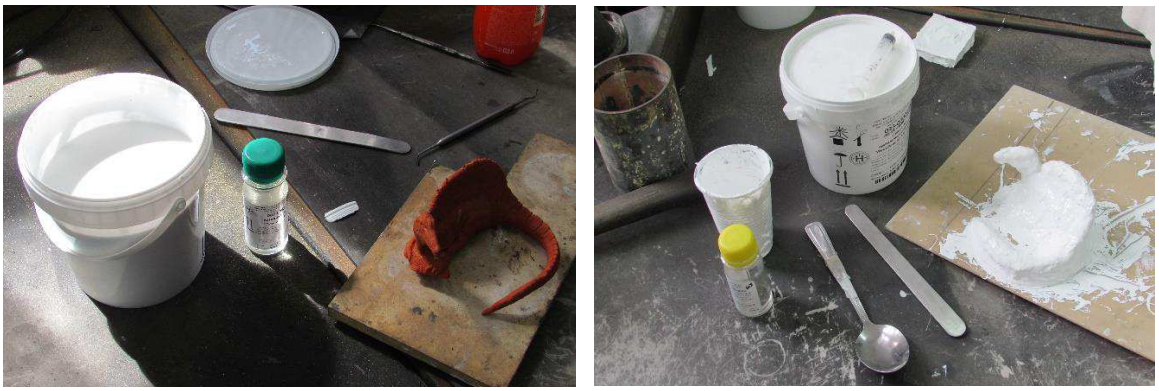
Следующим этапом является изготовление пресс-формы для создания восковых моделей. Так как модель из полимерной глины имеет сложную рельефную поверхность, то было решено использовать компаунд герметик «ПентЭласт-710» в качестве облицовочного покрытия. Этот материал почти полностью химически инертен и обладает хорошей жидкотекучестью. Сам по себе он представляет сметанообразную нетвердеющую основу, в которую необходимо добавлять катализатор, для ее дальнейшей вулканизации и отвердения.

а) б)

Рисунок 24 – Кампаунд «ПентЭласт-710»: а) основа 0,5кг; б) Катализатор 100мл

В данном случае, необходимо смешивать эти составляющие в пропорции 25:1 (основа / катализатор). С помощью подручных средств, таких как шприц, пластиковый стакан и металлический шпатель, отмеряем нужное количество и тщательно перемешиваем компоненты. Готовая смесь окончательно твердеет после 2-3 суток, но уже через день, можно делать второй слой компаунда. Теперь можно использовать «ПентЭласт-720», для которого пропорции составляют уже

100:1 (основа: катализатор). «ПенЭласт-720» менее текуч, но более прочен поэтому им можно закрепить первый мягкий и тонкий слой другого компаунда. Толщина оболочки из застывшего полимера должна составлять от 1 до 1,5 см. Наносится на модель он также с помощью подручных средств. Всего было нанесено 4 слоя компаунда (1 слой «710» и 3 слоя «720»).



а) б)

Рисунок 25 – а) Перед началом работ с компаундом; б) После окончания работ с компаундом

Для того чтоб герметичная оболочка держала общую форму изделия, не перекашивалась и не изгибалась, с внешней стороны делаются сопрягающиеся друг с другом гипсовые куски, удерживающие всю форму вместе. Эти куски должны легко разбираться и собираться вместе. В данном процессе используется высокопрочный формовочный гипс Г16, так как он обладает отличными технологическими и механическими свойствами.

При изготовлении каждого гипсового куска, необходимо удостоверится, что он не прилипнет к поверхностям, которые он покрывает. Для этого соседние гипсовые куски несколько раз смазываются маслом. Чтоб добиться необходимой консистенции гипсовой смеси, нужно небольшими порциями добавлять гипс в воду и тщательно перемешивать до получения однородной сметанообразной субстанции. Затем опять же с помощью ложки или шпателя быстро наносить эту смесь на слой компаунда, так как затвердевание гипса происходит в течение 5–10 минут.

В итоге, было получено 4 отдельных фиксирующих гипсовых куска, образующих пресс-форму (рис. 5).

Рисунок 26 – готовая пресс-форма

### 3.2.3 Работа с воском и формирование литниковой системы

Для того чтоб заливать расплавленный воск в пресс-форму, для начала нужно извлечь оттуда модель. Застывший компаунд покрывает модель со всех сторон, кроме низа, поэтому его необходимо разрезать. С помощью обычного канцелярского ножа можно сделать это достаточно аккуратно. После извлечения модели необходимо заново собрать пресс-форму и закрепить гипсовые куски, обмотав их обычной веревкой. Теперь форма готова под заливку парафино-стеариновой смесью.

Заливаемый в форму воск предварительно разогревается до температуры заливки (около $70^0$-$80^0$C) и затем заливается в форму в два приема. При первой заливке воск покрывает всю поверхность полости и образует корочку, для этого всю форму вращают и переворачивают. Это позволяет избежать грубых дефектов поверхности, таких как непроливы, «швы» и пузыри воздуха. Затем

вторая заливка заполняет весь оставшийся объем. Если образуется усадочная раковина, то третьим заливом ликвидируют и ее.

Затем необходимо, чтоб воск полностью застыл и не проминался внутрь при извлечении из формы. Чтоб процесс застывания проходил быстрее, можно положить форму в холодную воду. После извлечения восковки, она может быть повреждена. В таком случае, отломанные части припаиваются, а вся поверхность дорабатывается тонкими инструментами, такими как стеки или иголки.

Рисунок 27 – Восковые модели после обработки

После этого, готовые восковые модели нужно подготовить под изготовление разовых керамических оболочковых форм. Поэтому следующим этапом является присоединение восковой литниковой системы к моделям.

Стояк напрямую подводится к модели и располагается так, чтоб он мог питать тепловой узел будущей отливки (т.е. выполняет дополнительно роль прибыли). Выступающие крайние точки модели соединяются каналом, для отвода пузырей из тела отливки.

Рисунок 28 – готовые восковые модели

### 3.2.4 Создание литейных форм

Литейная форма – это инструмент для обработки расплава металла в целях получения отливок с заданными размерами, шероховатостью поверхности и конфигурацией. Ее можно получить путем окунания блока моделей или модели (в данном случае) в суспензию и затем, быстрыми движениями обсыпав ее мелкозернистым песком. Суспензия обволакивает восковую модель, повторяя мельчайшие детали ее поверхности, выполняя роль своеобразного «клея», а песок слипаясь удерживает ее на месте и утолщает слой оболочки.

Керамическая смесь или суспензия, из которой делают оболочки по сути является композитом. Ее основой является этилсиликатный раствор с водой, ацетоном и соляной кислотой. Состав в процентах приведен ниже:

ЭТС – 57%

Ацетон – 36,5%

Вода – 5,5%

HCl – 1%

В качестве наполнителя выступает огнеупорный пылевидный материал – маршалит. Качественное соотношение составляющих – связующего к наполнителю 0,5 л/кг. Части суспензии тщательно отмеряются с помощью

лабораторных весов и мензурки и затем быстро перемешиваются с помощью электромешалки в течение получаса.

Рисунок 29 – приготовление связующего для суспензии

Качество суспензии проверяется по вискозиметру: оптимальные значения вязкости 45-50 секунд. Для поддержания необходимой вязкости, суспензию нужно тщательно перемешивать через каждые 15 минут.

Обычно делается от 3-х до 5-ти слоев оболочки перед заливкой металла. Каждый слой необходимо просушивать около 3 часов, в зависимости от сложности и размера восковки.

Рисунок 30 – сохнущая оболочковая форма

Когда формы высыхают, их опускают в заранее подготовленную емкость с кипящей водой, тем самым вытапливая содержимое оболочек – воск. После этого процесса остаются пустотелые тонкостенные формы под заливку их расплавом металла.

### 3.2.5 Расчет литниковой системы

Расчет осуществляется по модулям охлаждения (приведенным толщинам). Изначально известен только общий объем мастер-модели – он равен 0,12дм$^3$. Находим необходимую массу металла, умножив объем на плотность литейной бронзы БрО5Ц5С5:

$$M = 8{,}8\text{кг/дм}^3 \times 0.12\text{дм}^2 = 1{,}056\text{кг}$$

В данной отливке есть один массивный тепловой узел, располагающийся посреди туловища динозавра. Предварительно можно предположить, что и питатель будет только 1. Так как отливка художественная, то и форма теплового узла является неправильной – ближе всего подходит цилиндр со следующими параметрами:

a = 20мм (диметр)

b = 50 (длина)

Найдем модуль охлаждения данного теплового узла:

$z = \frac{a \times b}{2 \times (a + 2 \times b)} = 4{,}1$

Ближайшее значение в таблице справочника равняется 4,2. Далее рассчитываются питатели:

При G = от 1000 до 1500 г и длине питателя $L_n$= 8 мм находим:

$$\delta_n = 6{,}5;\ D_{ст} = 45 \text{ мм}$$

$\delta_n$ = S/P, где: S – площадь питателя, P – его периметр. Так как питатель имеет цилиндрическую форму, то $S = \pi r^2$, $P = 2\pi r$, следовательно, радиус питателя будет равен r = 13 мм, а диаметр D = 26 мм.

Однако, для данной отливки не подходит цилиндрический питатель. Тогда необходимо рассчитать питатель с той же площадью сечения, но другой формы, например, прямоугольной со следующими размерами:

Длина = 35 мм

Ширина =15 мм

Так как длина питателей равная 8 мм, слишком мала, то в связи с технологической необходимостью сборки длина питателей увеличивается до 10 мм, а диаметр стояка уменьшается с 45 до 40.

Размеры воронки выбираются по ГОСТУ. В зависимости от удельной скорости заливки (до 1,0 кг/сек). D = 60 мм; m = 10 мм, угол конусности $=55^0$-$60^0$;

Так как $D_{ст}$ = 40 мм, то высота зумпфа будет равна 20мм.

Минимальная длина стояка равна $H_{ст}$ = 180 мм. Учитывая высоты всех остальных элементов ЛПС и высоту самой отливки, которая равна 120 мм, можно найти оптимальную высоту стояка, которая будет равна 150 мм.

Так же ЛПС будет включать два выпора из самых удаленных точек отливки, которые будут скреплены со стояком для жесткости металлическими держателями.

### 3.2.6 Работа с металлом, заливка, обработка

После вытапливания восковки огнеупорные формы прокаливаются при температуре около 750 градусов и приобретают нужные прочностные свойства. В это же время металл плавится в специальной печке, например, ВГ-4. По мере плавки с него собирают шлак, тем самым улучшая качество расплава.

а) б)

Рисунок 31 – а) индукционный тигель печи; б) Печь ВГ-4

Формы удерживаются в изоляционном слое песка для удержания температуры после прокаливания в печи, а также для фиксации в вертикальном положении. Дополнительно песок отводит газы из формы.

Сплав бронзы разогревается до температуры плавления и быстро и ровно заливается в пустотелую форму. После этого, формы достают из песка и дают им остыть на открытом воздухе, после чего их можно легко разрушать при помощи молотка или другого инструмента и извлечь готовую отливку.

Затем отливка обрабатывается механически. От нее отрезают литники и выпоры. Дорабатываются мелкие детали, удаляются лишние заливы, неровности поверхности и пригоревшие остатки оболочки.

Для придания отливке художественной ценности ее поверхность патинируется и затем зачищается, открывая выступающие части, которые потом подвергаются шлифовке и полировке с помощью соответствующих кругов и пасты гои.

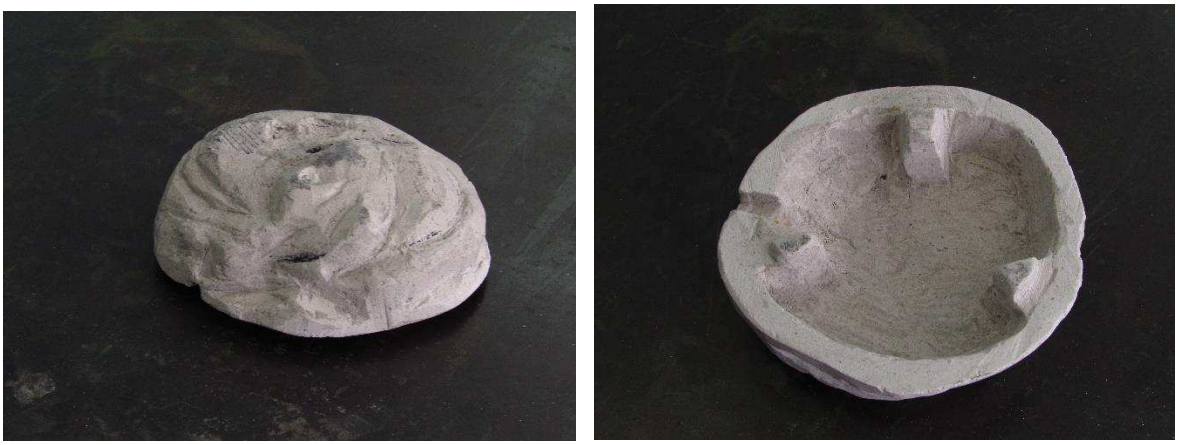
## 3.3 Изготовление подставки

### 3.3.1 Изготовление модели

Подставка под фигуру спинозавра имеет гораздо более простую конфигурацию, поэтому было принято решение изготавливать ее с помощью метода литья в разовую песчано-глинястую форму.

Материалом для модели послужил обычный алебастр. Технология подготовки алебастра к рабочему состоянию идентична той, что применяется для разведения гипса Г16. Различия свойств этих материалов довольно велики, но не значительны при изготовлении модели. Г16 обладает большей гидрофобностью, твердостью и конечно качеством поверхности, поэтому он увеличивает себестоимость, что нежелательно.

После разведения водой алебастра, он выливается до полного затвердения в картонные округлые опоки. Пока материал не застыл в него опускается мастер-модель динозавра, тем самым делая отпечаток будущего места крепления фигуры. Далее с помощью подручных средств затвердевшему материалу придается форма и фактура скалы. С нижней стороны подставки снимается слой примерно в 5-7мм и оставляются только три точки опоры, расположенные в вершинах треугольника.  Внутри, между ножками выбирается большой объем материала. Формируется ниша, в которую в дальнейшем будет крепиться диодный контроллер, проводка, ИК-приемник и батарейка. Модель готова:



а) б)

Рисунок 32– а) подставка (вид сверху); б) подставка (вид снизу)

### 3.3.2 Расчет литниковой системы

Для начала необходимо найти массу заливаемого металла, которого хватит на полость формы. Известна масса мастер-модели из гипса и его плотность, поэтому с помощью элементарных расчетов находится ее объем.

$$V = M \div \rho = 230\text{г} \div 1036\,\text{г/дм}^3 = 0{,}222\text{дм}^3$$

Теперь вычисляется масса металла

$$M_{Al} = V \times \rho_{Al} = 0{,}222\text{дм}^3 \times 2650\,\text{г/дм}^3 = 590\ \text{г}$$

Далее производится расчет питателей по методу Фундатора.

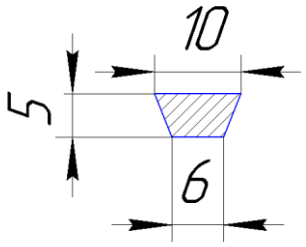
Категория массы: 0,5-1кг:

$\Sigma F_{\text{пит}}$ = 0,4-0,5см$^2$; $L_{\text{пит}}$=15-20мм; толщина стенок 10-15мм; 1 питатель.

Для данной отливки более технологично сделать два подвода металла, поэтому площадь каждого питателя будет равна 0,4см$^2$. Значит суммарное сечение 0,8см$^2$.

Далее находится соотношение площадей питателя, шлакоуловителя и стояка: 1 : 1,1 : 1,15.

Питатель: Пусть h=5мм, a=10мм, тогда:



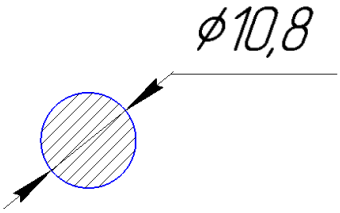

$$b = \left(\frac{F \times 2}{h}\right) - a = 6\text{мм}$$

Стояк: находится площадь сечения стояка

$$F_{\text{ст}} = 0{,}8\text{см}^2 \times 1{,}15 = 0{,}92\text{см}^2$$

Радиус питателя

$$r = \sqrt{\frac{0{,}92}{\pi}} = 0{,}54\text{см}$$



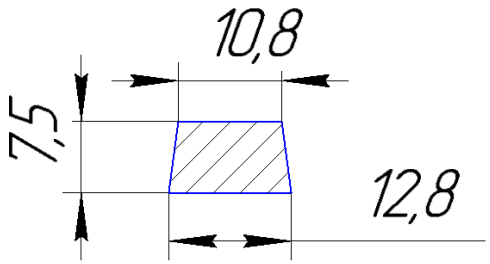

$D_{\text{ст}} = 2 \times r = 1{,}08\text{см}$ (также ровняется $b_{\text{шлакоуловителя}}$)

Шлакоуловитель: Находится площадь сечения шлакоуловителя

$$F_{\text{шл}} = 0{,}8 \times 1{,}1 = 0{,}88\text{см}^2$$

Пусть: b =10,8мм; a =12,8мм.

Тогда: $h_{\text{шл}} = \left(\frac{2 \times F_{\text{шл}}}{a+b}\right) = 7{,}5\text{мм}$




$$D_{\text{верх.}} = D_{\text{ниж.}} + 2\text{мм} = 12{,}8\text{мм}$$

Воронка:

Нижний диаметр воронки равен верхнему диаметру стояка. Поэтому:

$H_{вор.} = D_{верх}^{вор.} = 3 \times D_{верх.} = 38,4$мм

С помощью методических указаний и соответствующих таблиц находим оптимальные размеры опоки в свету. Они составляют:

Длина = 300мм;

Ширина = 250мм;

Высота = 75мм;

Тогда, в данном случае удобнее округлить значение высоты и диаметра воронки до 40мм, а так же скорректировать высоту стояка для соответствия высоте опоки.

### 3.3.2 Работа с металлом. Литье. Доработка

Чтобы мастер-модель подставки не прилипала к формовочной смеси и держала форму еще лучше, она покрывается автомобильной акриловой краской-спреем в несколько слоев. Затем определяется плоскость разъёма и подбираются металлические опоки по размеру.

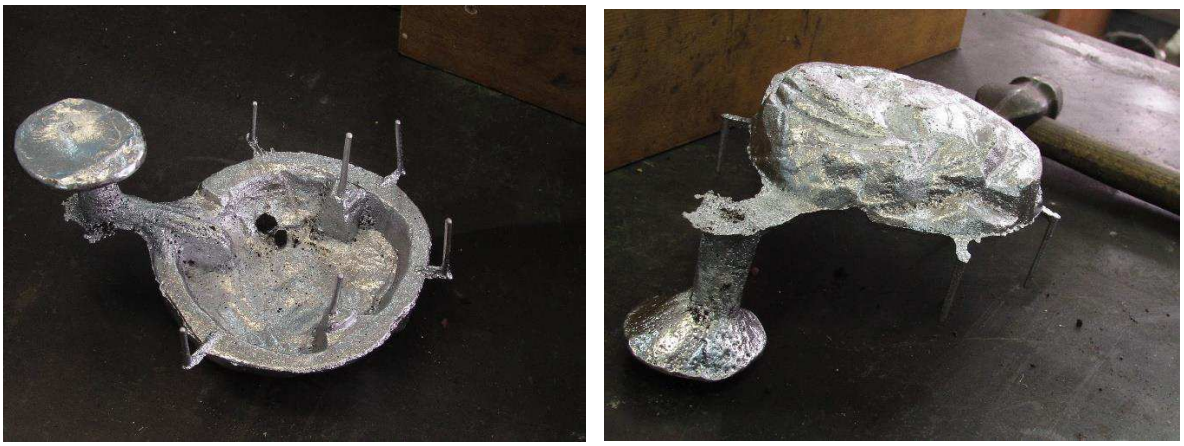
Вся модель будет находиться в нижней полуформе, лицевой (верхней) стороной вниз. Поэтому она ставится ножками на модельную плиту – в таком положении будет происходить формовка. Разъем и модель покрываются разделительным графитным порошком для лучшего отделения от верхней полуформы. Чтоб рисунок и фактура подставки получились качественными, без лишней шерховатости, готовится специальная облицовочная формовочная смесь с размером зерна до 0,01мм. Затем эта смесь просеивается через сито над моделью, чтоб отделить слипшиеся большие комья и уплотняется вручную. Одновременно готовится обычная формовочная смесь и выкладывается внутрь опок с последующим уплотнением формовочным оборудованием. В отличие от облицовочной, она имеет больший размер зерна и будет наполнять основной объем формы.

После уплотнения срезается лишняя смесь и полуформа переворачивается. Выполняется подрезка ланцетом, после чего модель подчеканивается и

извлекается. Образовавшаяся полость осторожно продувается, срезаются острые кромки. Затем модель аккуратно вставляется обратно и сверху кладется вторая опока.  Верхняя полуформа формуется абсолютно идентично нижней.

Далее опоки разъединяются, модель извлекается и происходит прорезание литниковой системы. Перед сборкой  полуформ полость тщательно продувается изнутри. Параллельно греется металл под заливку. Это необходимо делать для того, чтоб форма не успела высохнуть и обвалиться. Алюминий нагревается на 50-60 градусов выше температуры плавления. Перегрев необходим, чтоб металл не застыл раньше времени и имел нужную жидкотекучесть. При заливке на форму сверху ставятся фиксирующие грузы для того чтоб расплавленный металл не приподнял верхнюю полуформу и не вышел в разъем.

Затем форма разбирается, и отливка охлаждается под струей воды до комнатной температуры. Теперь ее можно обрабатывать.



а) б)

Рисунок 33 – готовая отливка

Отлитая подставка подвергается механической обработке в том числе, удалению литниковой системы, выпоров, заливов, неровностей поверхности. Далее она патинируется с помощью 20%-го раствора селенистой кислоты, после чего приобретает темный оттенок всей поверхности. Через некоторое время, после высыхания поверхности она промывается под струей воды и протирается

войлоком. Теперь темным оттенком обладают только углубления на теле отливки.

Рисунок 34 – подставка после патинирования

Однако, для того чтоб гамма фигуры динозавра гармонировала с подставкой, было принято решение покрыть ее верхнюю лицевую поверхность краской, обладающей металлическим бронзовым блеском.

### 3.4 Сборка и воплощение идеи светильника

Фигура спинозавра крепится к подставке с помощью болтов с резьбой на 5мм. Поэтому предварительно в ней и в подставке просверливаются отверстия и нарезается резьба при помощи соответствующих мечиков.

Для установления диодного контроллера, в подставке с нижней стороны также просверливаются отверстия для болтов. Сама же диодная лента крепится к подставке непосредственно своей самоклеящейся поверхностью по всей длине периметра. Провода и источник питания всей системы – батарейка на 12В, убираются внутрь. Теперь подставка готова к финальной стадии заливки эпоксидной смолы.

Первоначально, отмеряется нужный объем основы смолы, чтоб рассчитать необходимый объем катализатора (Пропорция 1 к 10 – катализатор к основе). Смесь тщательно перемешивается и оставляется на 30-40 минут для удаления из нее пузырей воздуха и загустения.

Залив происходит на ровной поверхности внутрь самодельной герметичной формы, опоясывающей подставку. Все поверхности, которых будет касаться смола оборачиваются пищевой пленкой либо скотчем. Зазор между низом подставки и рабочей поверхностью заделывается пластилином во избежание нежелательных заливов.

Залитая в форму смола оставляется сушиться в проветриваемом и чистом месте на сутки. При необходимости, после затвердевания ее поверхности обрабатываются с помощью полировальных кругов и паст.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной выпускной квалификационной работы была разработка декоративного изделия в виде кабинетного литья с дополнительной функцией светильника.

Для достижения данной цели были проделаны значительные работы по поиску и отбору нужного литературного материала об истории художественного литья, истории возникновения настольных светильников, а также анималистике и палоэарту.

В художественной части работы был разработан и создан эскиз изделия, продумана его идея, цветовое и световое решение. Выбраны основные материалы для изготовления отдельных частей изделия, рассмотрены их свойства и химический состав.

В технической части подробна описана технология изготовления всех составляющих частей изделия. Был произведен расчет технологически важных составляющих процесса создания отливок. Помимо этого, в работе были задействованы вспомогательные материалы и получен необходимый опыт в обращении с ними. Были закреплены теоретические знания и получены новые умения и компетенции.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ


1. Я.И. Шкленник и В.А. Озеров «Литьё по выплавляемым моделям» издание 2-е, переработанное и дополненное. Изд. «Машностроение», Москва 1971

2. В.Г. Березюк, Н.В. Гришков, В.В. Дергач, А.М. Синичкин, Ю.И. Терсков «Технология литейной формы; разработка чертежа модельно-литейных указаний»; ИПЦ КГТУ, Красноярск 2002

3. В.Г. Березюк, Н.В. Гришков, А.В. Дементьев, А.М. Синичкин, Ю.И. Терсков, А.К. Абкарян, Ю.Д. Акимов «Технология литейного производства; проектирование модельно-опочной оснастки и выбор формовочного оборудования» ИПЦ КГТУ, Красноярск 2004

4. Е.А. Селиванова, материалы из сборника «История науки и техники», ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» 2010

5. Г. Ф. Баландин, О. Н. Магницкий, Пирайнен В. Ю. «Художественное литье: Учебник для технических вузов и художественно-реставрационных училищ.», Изд. «Политехника», Санкт-Петербург 1996

6. История художественного литья. Электронный каталог. Режим доступа: http://bibliofond.ru/view.aspx?id=76486

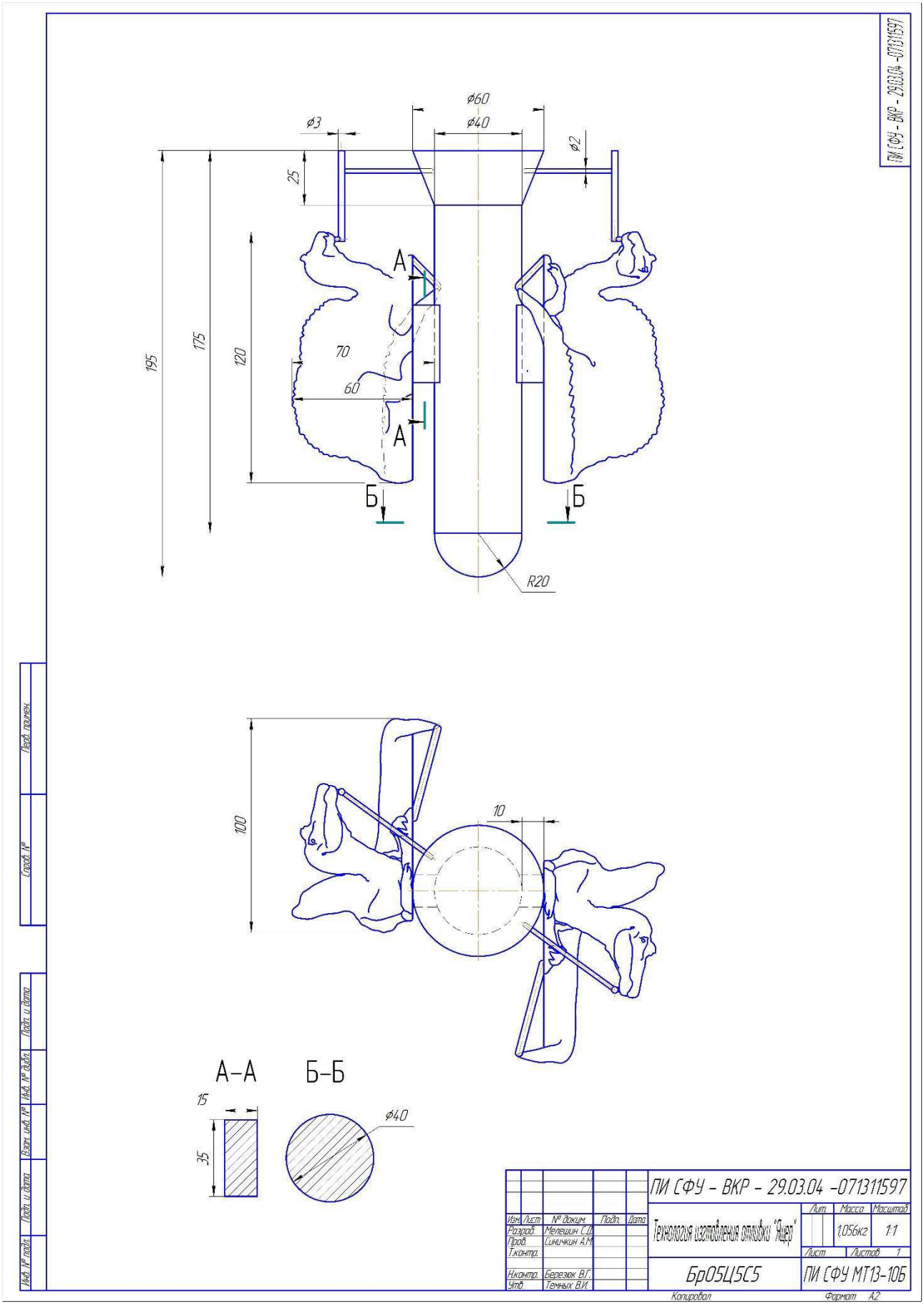
7. «Литье Каслинского завода архитектурно-художественного литья. Альбом. Художественные вещи», ОАО «Каслинский завод архитектурно-художественного литья» 2011

8. С.В. Наугольных «Палеоарт. Неповторимое ни с чем не сравнимое очарование», геологический институт РАН 2016

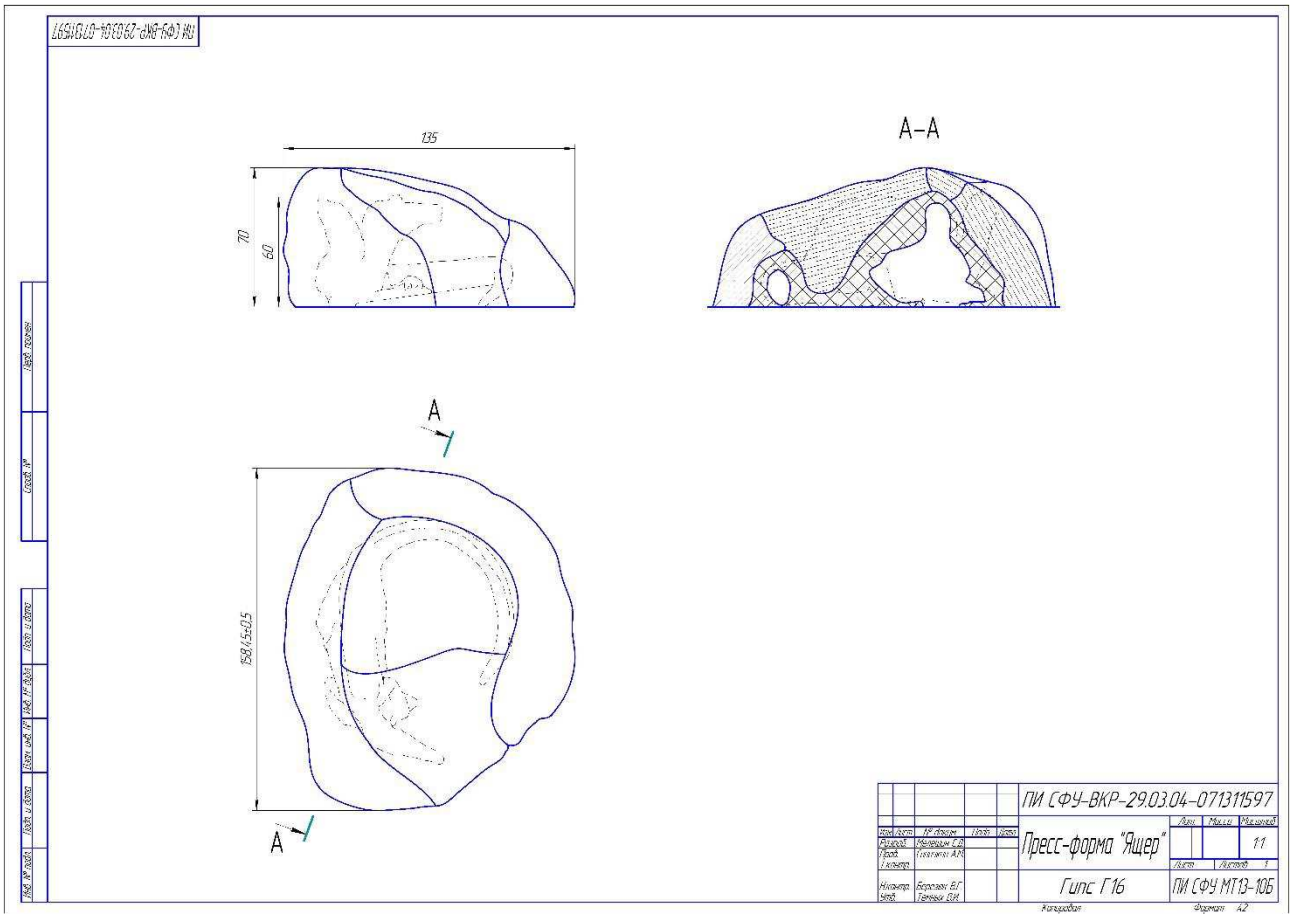
9. Д.В. Блинков, статья «Анималистический жанр в изобразительном искусстве», 2015

10. Марочник сплавов. Электронный каталог. Режим доступа: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=1375

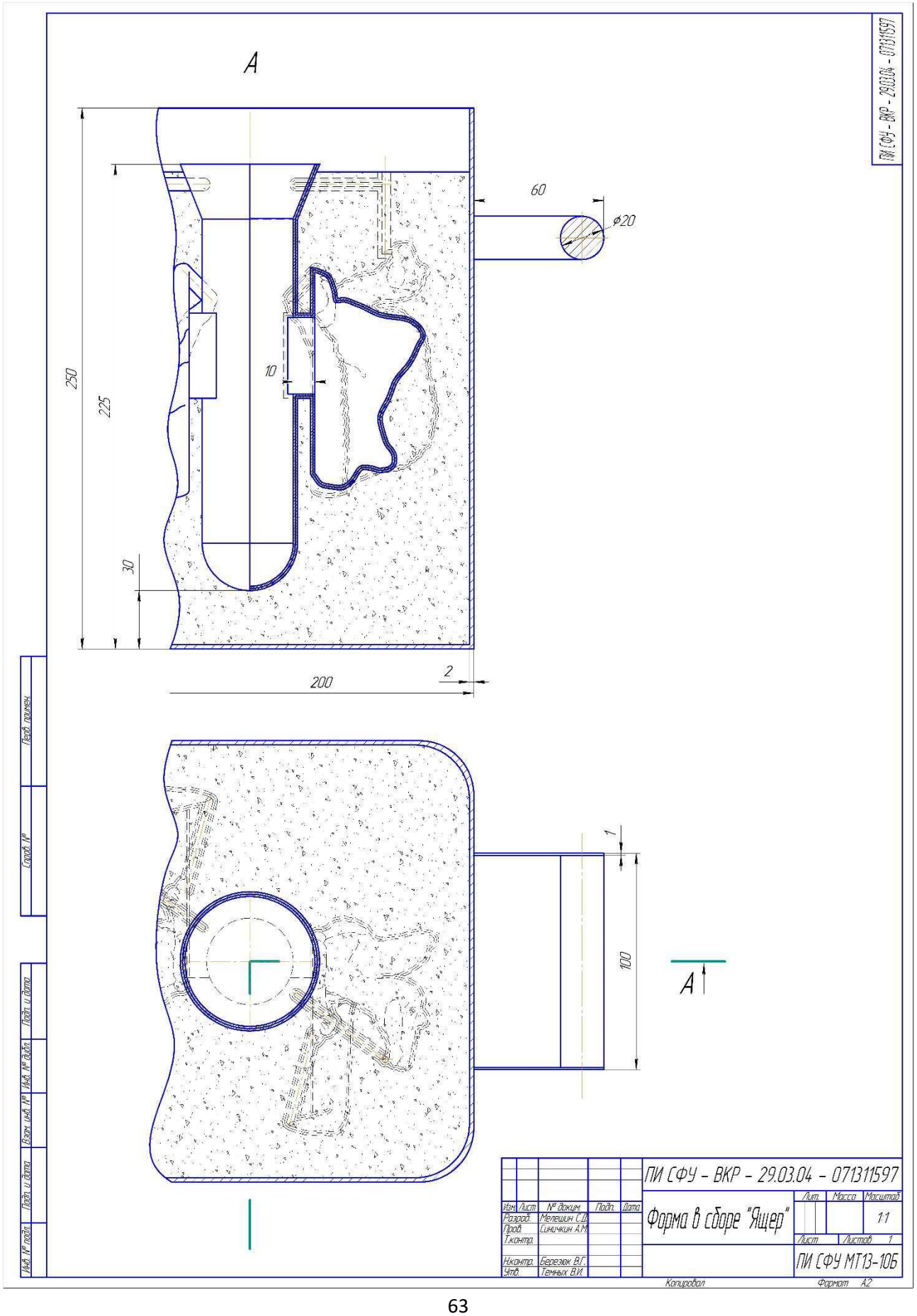
**ПРИЛОЖЕНИЕ А –** Чертеж технологии изготовления фигуры «Ящер»



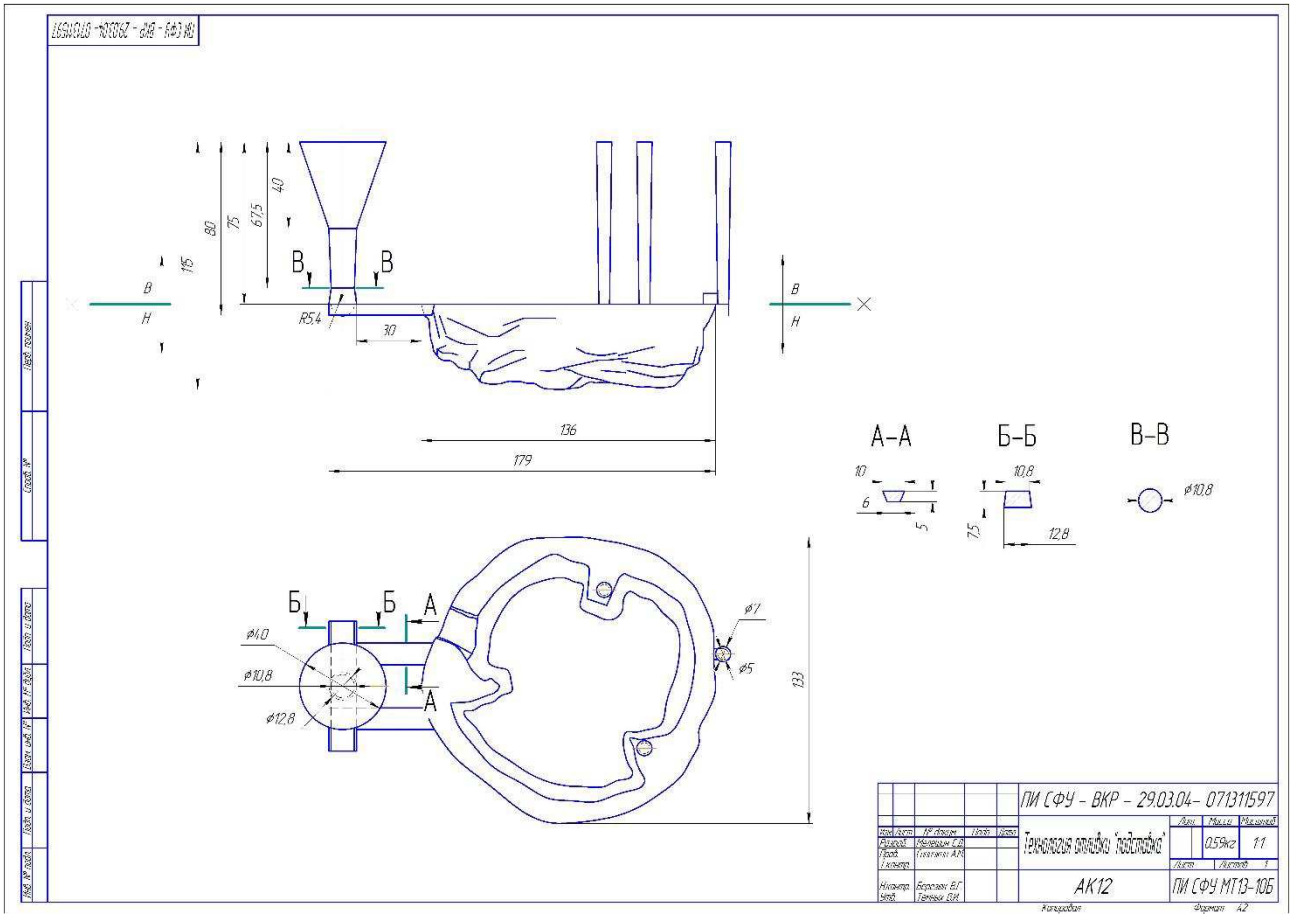
**ПРИЛОЖЕНИЕ Б –** Чертеж пресс-формы для фигуры «Ящер»



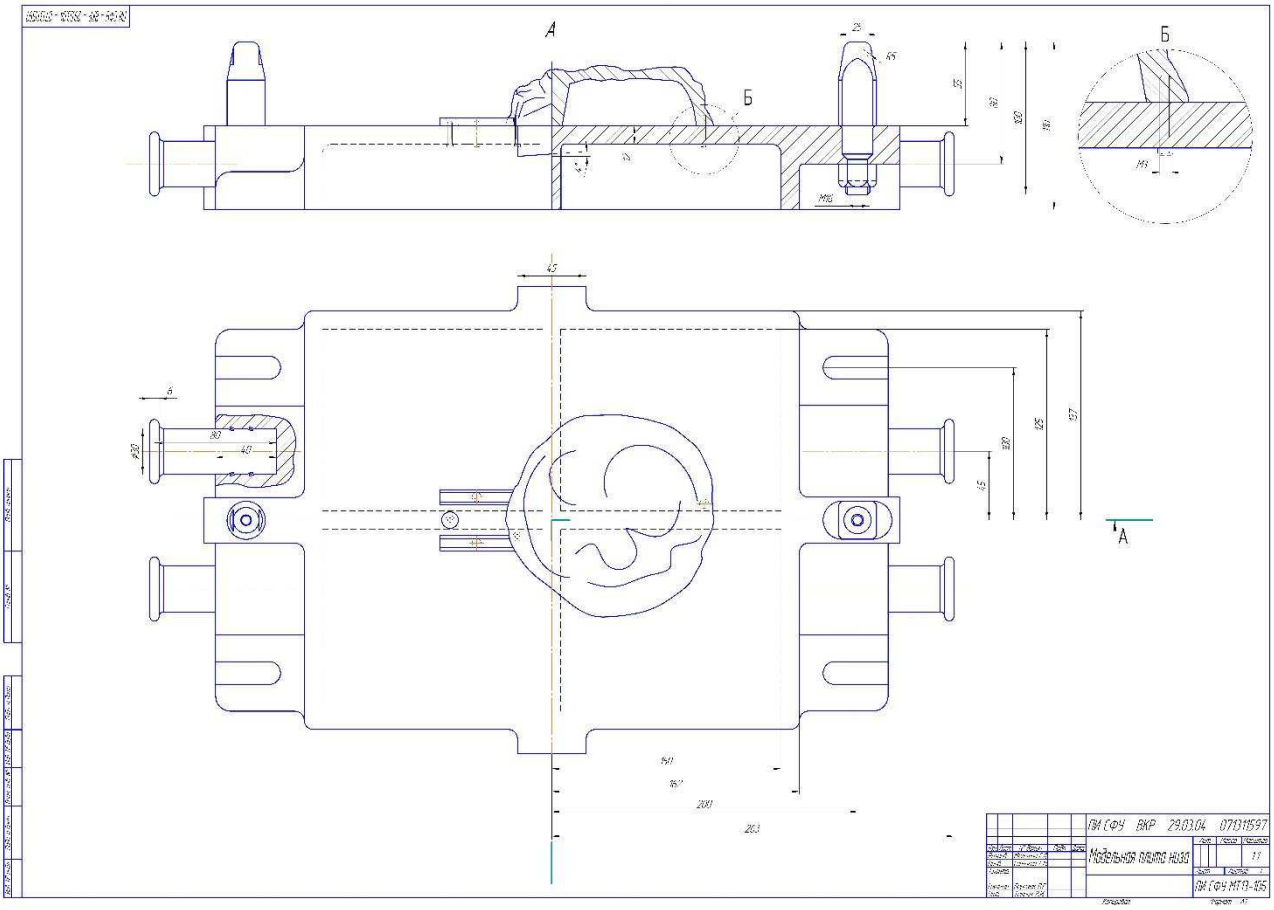
**ПРИЛОЖЕНИЕ В –** Чертеж формы в сборе для фигуры «Ящер»



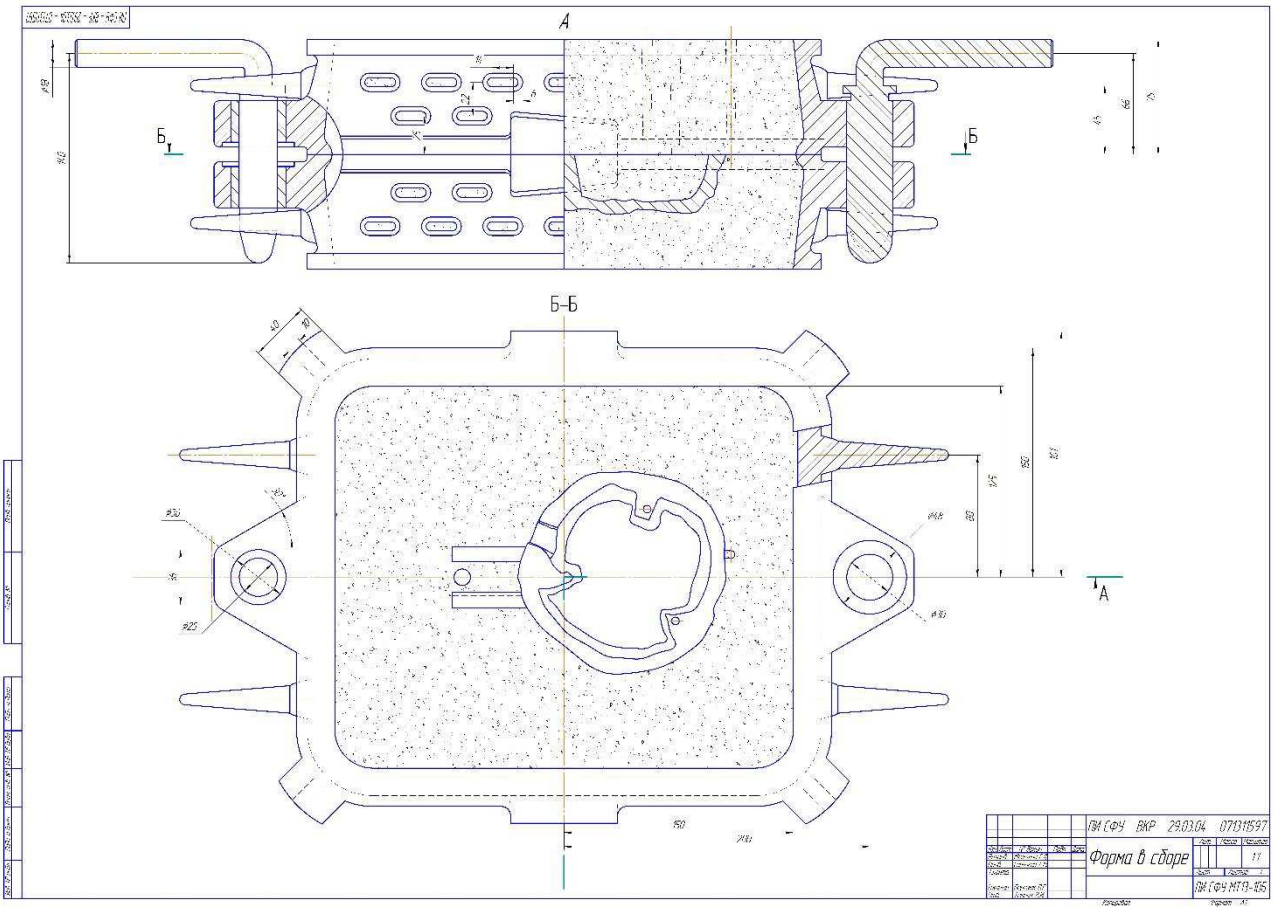
**ПРИЛОЖЕНИЕ Г –** Чертеж технологии изготовления детали «подставка»



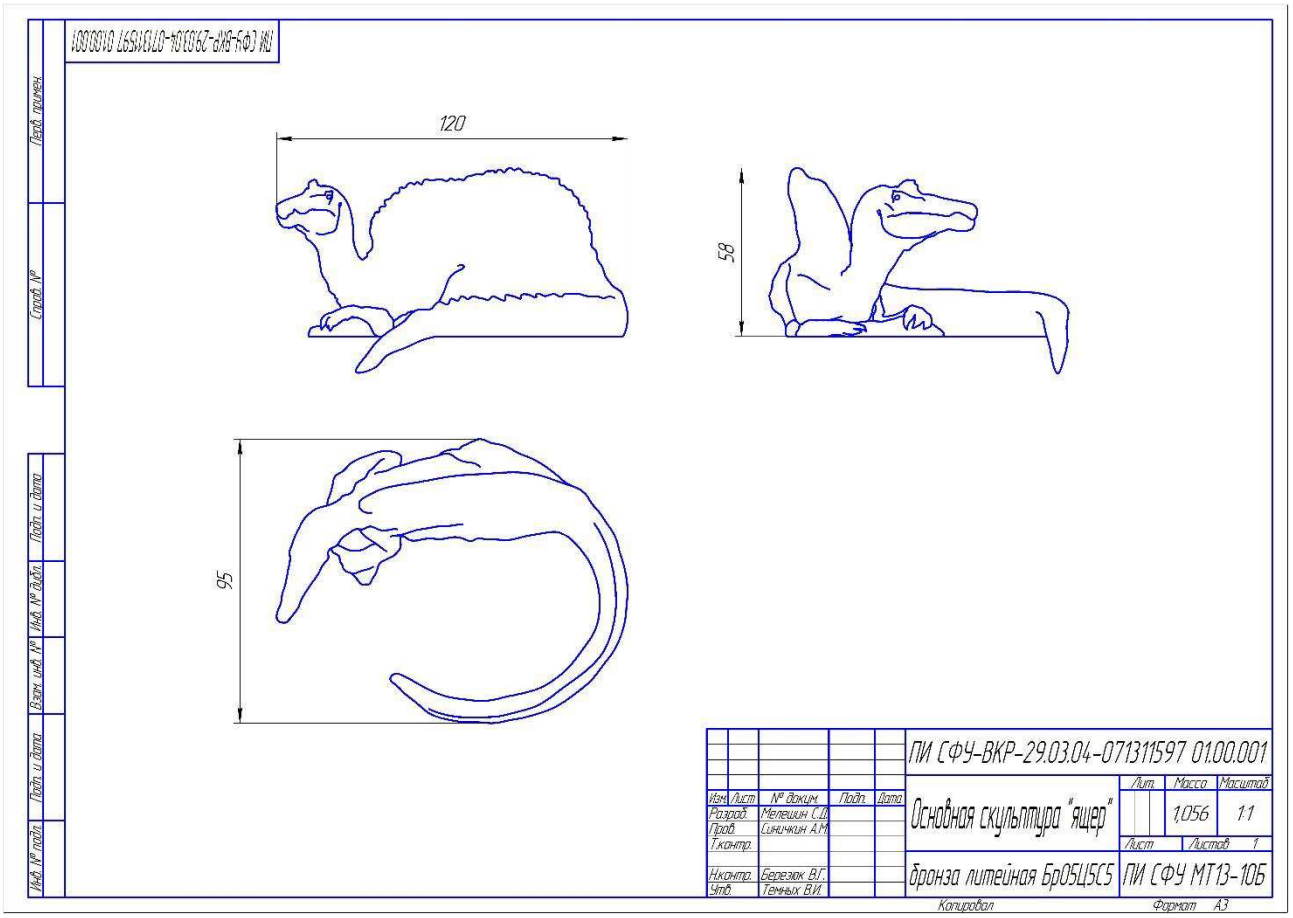
**ПРИЛОЖЕНИЕ Д –** Чертеж модельной плиты для детали «подставка»



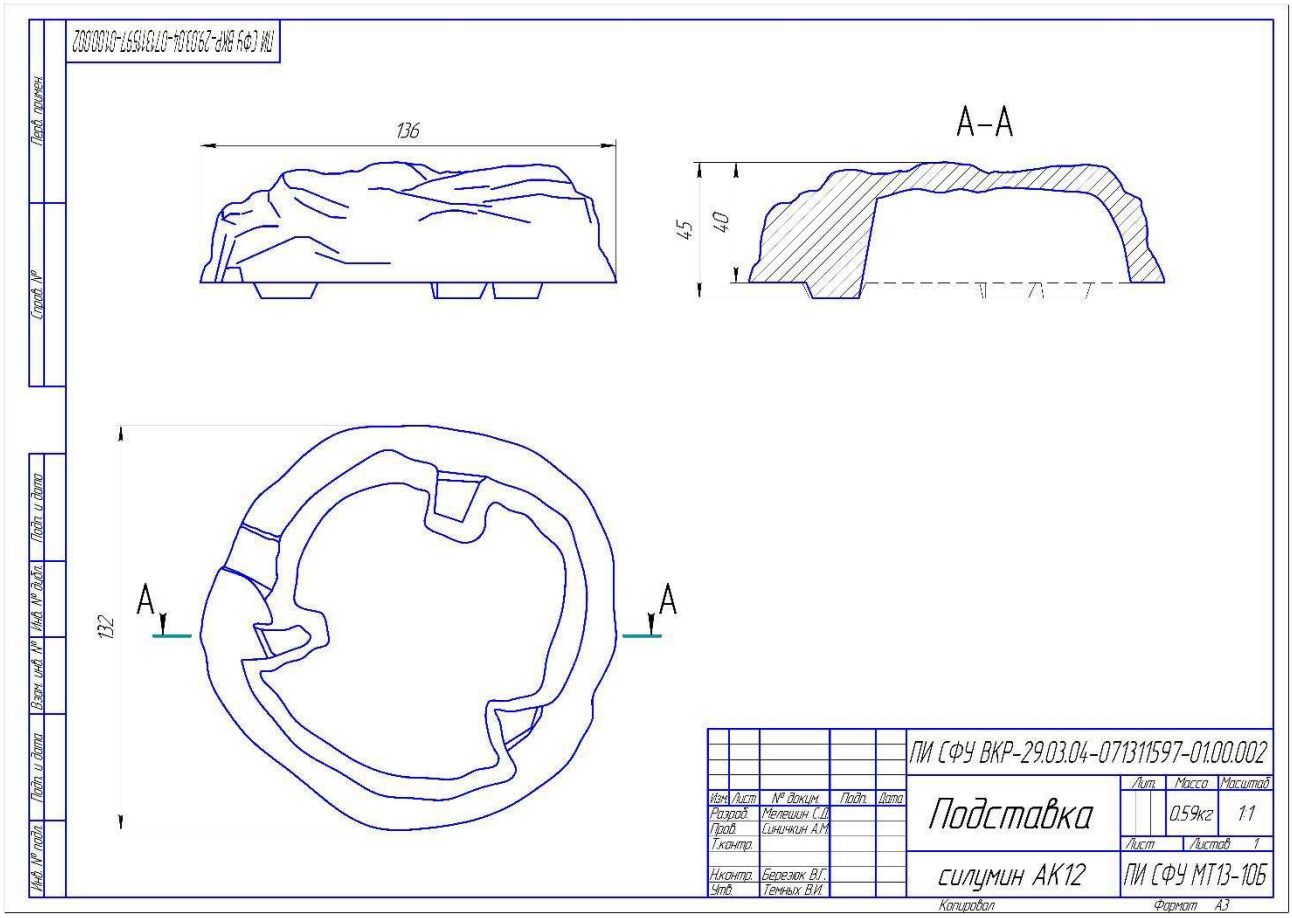
**ПРИЛОЖЕНИЕ Е –** Чертеж формы в сборе для детали «подставка»



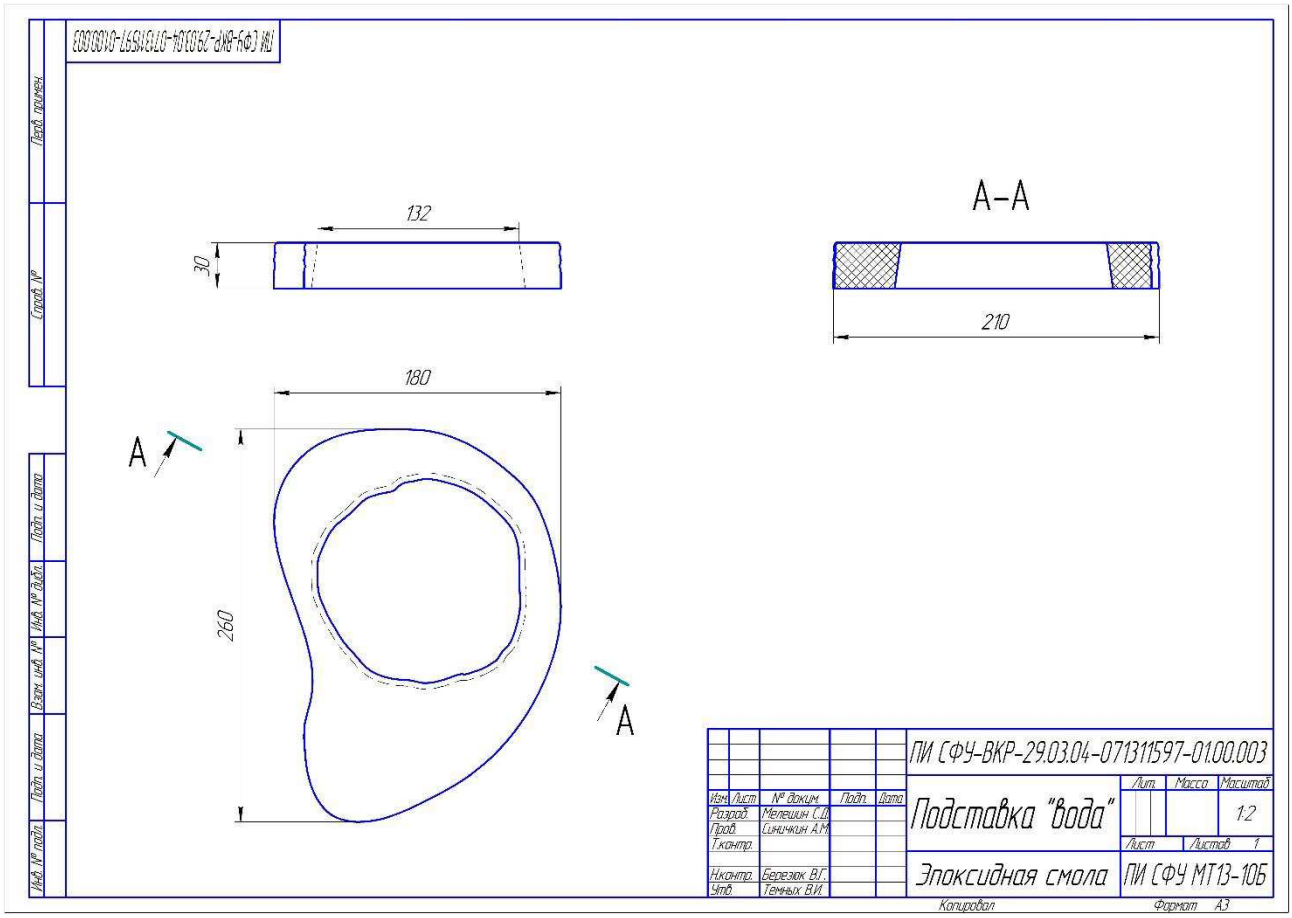
**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж –** Деталь №1 «Ящер»



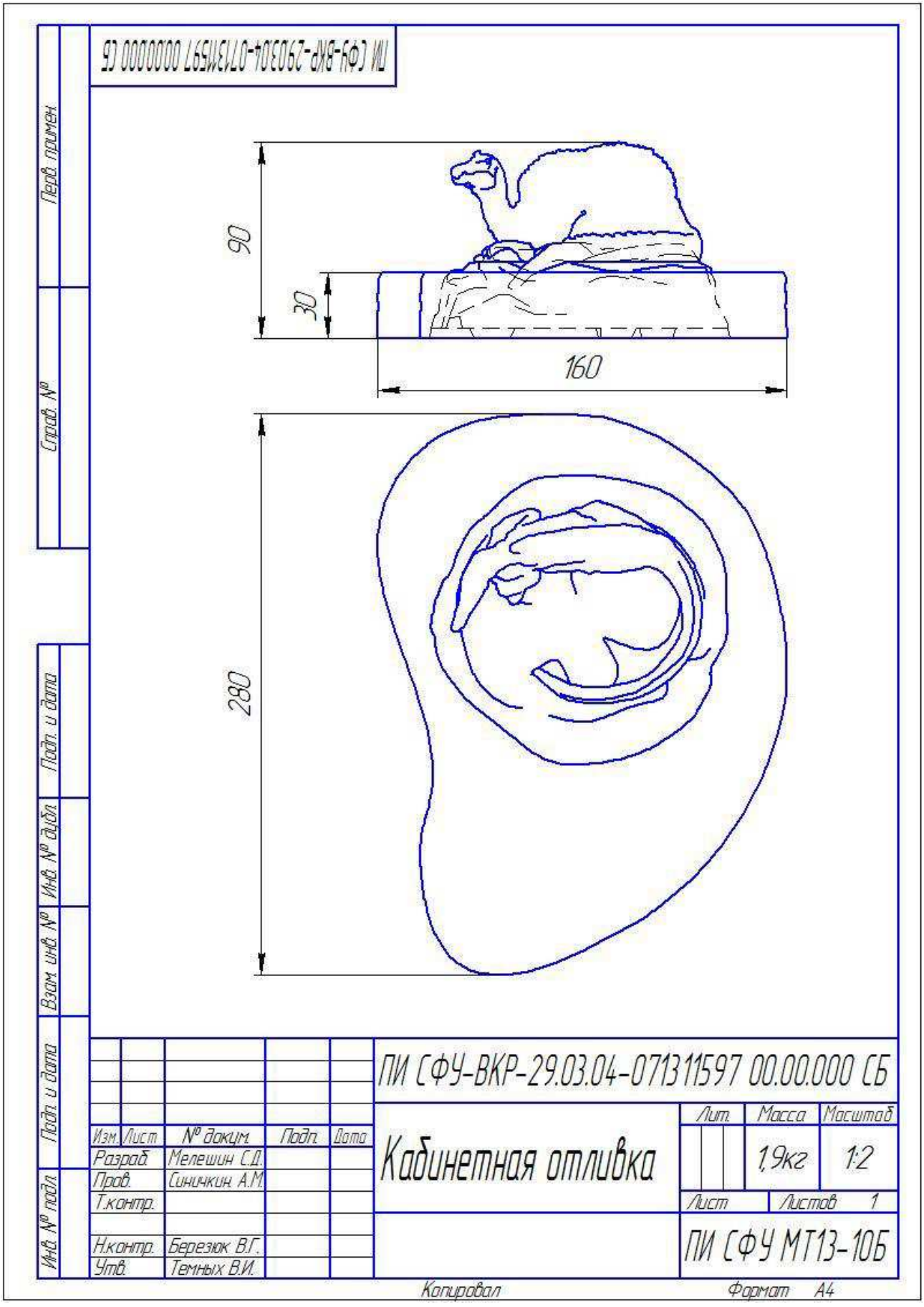
**ПРИЛОЖЕНИЕ 3** – Деталь №2 «подставка»



**ПРИЛОЖЕНИЕ И** – Деталь №3 «Вода»



**ПРИЛОЖЕНИЕ К –** Сборочный чертеж



**ПРИЛОЖЕНИЕ Л –** Спецификация

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме-чание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | Документация | | |
| | | | | | | |
| А4 | | 1 | ВКР - 29.03.04 - 071311597 - 00.00.000 СБ | Сборочный чертеж | 1 | |
| А4 | | 2 | ВКР - 29.03.04 - 071311597 - 00.00.000 ПЗ | Пояснительная записка | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | Сборочные единицы | | |
| | | | | | | |
| | | 1 | ВКР - 29.03.04 - 071311597 - 00.00.000 СБ | Кабинетная подставка | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | Детали | | |
| | | | | | | |
| А3 | | 1 | ВКР - 29.03.04 - 071311597 - 01.00.001 | Фигура "Ящер" | 1 | БрО5Ц5С5 |
| А3 | | 2 | ВКР - 29.03.04 - 071311597 - 01.00.002 | Подставка | 1 | АК12 |
| А3 | | 3 | ВКР - 29.03.04 - 071311597 - 01.00.003 | Подставка "Вода" | 1 | эпоксидная смола |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|---|---|---|---|---|
| Разраб. | | Мелешин С.Д. | | |
| Пров. | | Синичкин А.М. | | |
| | | . | | |
| Н.контр. | | Березюк В.Г. | | |
| Утв. | | Темных В.И. | | |

ПИ СФУ-ВКР-29.03.04-071311597

Спецификация

| Лит. | Лист | Листов |
|---|---|---|
| | | |

ПИ СФУ МТ13-10Б

Копировал

Формат А4

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Материаловедения и технологии обработки материалов»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.И. Темных
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 2017 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА В ФОРМЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

29.03.04 – Технология художественной обработки материалов

# РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАБИНЕТНОЙ ОТЛИВКИ ДОИСТОРИЧЕСКОГО ЖИВОТНОГО

Руководитель 26.07.17 канд.тех. наук, доцент А.М. Синичкин
подпись, дата должность, ученая степень

Выпускник 26.07.17 С.Д. Мелешин
подпись, дата

Красноярск 2017

Продолжение титульного листа ВКР по теме «РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАБИНЕТНОЙ ОТЛИВКИ ДОИСТОРИЧЕСКОГО ЖИВОТНОГО»

Консультанты по разделам:

Художественная часть _____ ст. преподаватель С.А. Титова
подпись, дата

Технологическая часть _____ 26.06.17 канд.тех. наук, доцент А.М. Синичкин
подпись, дата

Нормоконтролер _____ канд.тех. наук, доцент В.Г. Березюк
подпись, дата