

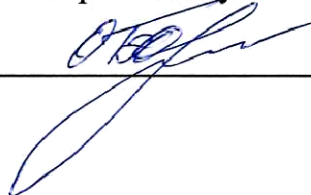
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Машиностроение и материаловедение»

Утверждено на заседании ученого совета  
Политехнического института  
«\_09\_» июня 2021 г., протокол № 9

Директор института



О.И. Борискин

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ИТОГОВОЙ (ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
ИТОГОВОЙ) АТТЕСТАЦИИ (МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО  
ПОДГОТОВКЕ И ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ  
РАБОТЫ)**

**по основной профессиональной образовательной программе  
высшего образования – программе бакалавриата**

по направлению подготовки  
**22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

с направленностью (профилем)  
**Материаловедение и технология новых материалов**

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 220301-01-22

Тула 2023

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ****Разработчик:**

Титова Юлия Евгеньевна, доцент кафедры МиМ, к.т.н.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



## 1 Цель и задачи итоговой (государственной итоговой) аттестации

Итоговая (государственная итоговая) аттестация проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО) соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО) по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России от 2 июня 2020 года № 701.

Задачами проведения итоговой (государственной итоговой) аттестации являются:

- оценка способности обучающегося, опираясь на полученные знания, умения и сформированные навыки, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения;
- оценка уровня сформированности у обучающегося компетенций, установленных ОПОП ВО в соответствии с ФГОС ВО;
- принятие решения о выдаче обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации.

## 2 Форма(ы) итоговой (государственной итоговой) аттестации

Итоговая (государственная итоговая) аттестация проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (далее – ВКР).

## 3 Объем и продолжительность итоговой (государственной итоговой) аттестации

Итоговая (государственная итоговая) аттестация по ОПОП ВО проводится в 8 семестре (для обучающихся по очной форме обучения), в 9 семестре (для обучающихся по заочной форме обучения).

Объем и продолжительность итоговой (государственной итоговой) аттестации приведены ниже.

### Очная форма обучения

Компоненты итоговой (государственной итоговой) аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Продолжительность		Объем контактной работы в академических часах		Объем самостоятельной работы в академических часах
		в неделях	в академических часах	Консультации	Аттестационные (государственные аттестационные) испытания	
Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	9	6	324	10	0,5	313,5

### Заочная форма обучения

Компоненты итоговой (государственной итоговой) аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Продолжительность		Объем контактной работы в академических часах		Объем самостоятельной работы в академических часах
		в неделях	в академических часах	Консультации	Аттестационные (государственные аттестационные) испытания	
Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	9	19	324	10	0,5	313,5

## 4 Методические указания по подготовке и защите выпускной квалификационной работы

### 4.1 Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы, достижение которых подлежит оценке в ходе выполнения и защиты выпускной квалификационной работы

В ходе выполнения и защиты ВКР оценивается сформированность следующих компетенций: УК-1 (коды индикаторов УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3), УК-2 (коды индикаторов УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3), УК-3 (коды индикаторов УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3), УК-4 (коды индикаторов УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3), УК -5 (коды индикаторов УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3), УК-6 (коды индикаторов УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3), УК-7 (коды индикаторов УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3), УК-8 (коды индикаторов УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3), УК-9 (коды индикаторов УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3), УК-10 (коды индикаторов УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3), УК-11 (коды индикаторов УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3), ОПК-1 (коды индикаторов ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-2 (коды индикаторов ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3), ОПК-3 (коды индикаторов ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3), ОПК-4 (коды индикаторов ОПК-4.1, ОПК-4.1, ОПК-4.3), ОПК-5 (коды индикаторов ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3), ОПК-6 (коды индикаторов ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3), ОПК-7 (коды индикаторов ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3), ОПК-8 (коды индикаторов ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3), ПК-1 (коды индикаторов ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3), ПК-2 (коды индикаторов ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3), ПК-3 (коды индикаторов ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3), ПК-4 (коды индикаторов ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3), ПК-5 (индикаторов ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3), ПК-6 (коды индикаторов ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3), ПК-7 (коды индикаторов ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3), ПК-8 (коды индикаторов ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3), ПК-9 (коды индикаторов ПК-9.1, ПК-9.2, ПК-9.3), ПК-10 (коды индикаторов ПК-10.1, ПК-10.2, ПК-10.3).

Полные наименования компетенций и их индикаторов представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

### 4.2 Вид выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа выполняется в виде бакалаврской работы.

### 4.3 Требования к выпускной квалификационной работе

#### 4.3.1 Требования к структуре выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа бакалавра состоит из пояснительной записки и иллюстративного материала в виде плакатов и чертежей какого-либо узла машины или механизма, позволяющих описать условия работы детали или инструмента. Объем пояснительной записки должен составлять 55-60 страниц текста, выполненного на стандартных листах формата А4 шрифтом №14. Пояснительная записка должна быть иллюстрирована рисунками, таблицами, фотографиями микроструктур. Оформление пояснительной записки должно соответствовать актуальной версии ГОСТ 7.32 и действующему стандарту ТулГУ.

Иллюстративная часть ВКР преследует цель отобразить содержание выполненной работы в виде таблиц сравнительных данных по физико-механическим и эксплуатационным свойствам базового и проектного варианта используемого материала для изготовления конкретной детали или инструмента; графиков, устанавливающих взаимосвязь температурно-временных параметров технологического процесса обработки со свойствами материала, определяющими ТУ на готовую продукцию. Она также должна включать график технологического процесса упрочняющей обработки; схемы маршрутной технологии; фотографии микроструктур; диаграммы состояния сплавов и др. Графическая часть работы должна содержать чертеж детали или инструмента, для которых разрабатывается техпроцесс, с нанесением основных размеров, что является необходимым при выборе типа термического оборудования и определении его количества для выполнения годовой производственной программы. Количество иллюстративного материала, определяемое руководителем, должно быть достаточным для наиболее полного изложения содержания при защите ВКР.

В пояснительной записке при разработке технологического процесса также должно быть уделено внимание экономическим и экологическим вопросам. Принятые в работе технические решения по совершенствованию базового технологического процесса должны быть экономически обоснованы. Такое сравнение может быть проведено по стоимости материала, например, исходя из содержания дорогостоящих легирующих элементов в сплаве, снижению количества технологических операций и энергозатрат при изготовлении детали, увеличению долговечности работы детали или инструмента и других показателей. Рассматривая экологические вопросы в соответствующем разделе ВКР, следует обратить внимание на использование экологически чистых технологий с минимальными вредными выбросами в атмосферу, а также обеспечение безопасных условий труда при выполнении технологических операций.

В расчетной части ВКР необходимо выполнить расчеты времени нагрева детали или инструмента, определить количество единиц основного термического оборудования для выполнения годовой производственной программы термического подразделения или другие расчеты по усмотрению руководителя.

Титульный лист пояснительной записки ВКР должен быть оформлен в соответствии с образцом.

#### **4.3.2 Требования к содержанию выпускной квалификационной работы**

##### **Содержание разделов пояснительной записки**

##### **1. Введение**

Целью данного раздела является краткая информация о содержании выпускной квалификационной работы.

Для этого необходимо:

- привести краткую характеристику машины, механизма или технологического оборудования (например, кузнечно-прессового), в узлах которого эксплуатируется деталь или инструмент и для которых будет разрабатываться технологический процесс;

- указать перспективы модернизации данной машины или оборудования и сопоставить ее характеристики с зарубежными аналогами;
- показать какие технические решения предложены по совершенствованию технологического процесса изготовления и обработки детали или инструмента по сравнению с базовым вариантом;
- показать, как предложенные решения по замене материала или технологии упрочнения повлияют на технические характеристики выпускаемых машин или технологического оборудования, а также состояние производства.

Так как во введении должен быть представлен конкретный материал по результатам предложенных технических решений, то его целесообразно писать после завершения основной части ВКР.

## 2. Анализ состояния производства на базовом предприятии

Основой для принятия технических решений, которые могут быть предложены по совершенствованию технологического процесса изготовления и упрочнения конкретной детали машины или инструмента, используемого для формоизменения заготовки при изготовлении детали, является анализ состояния производства на базовом предприятии, где студент проходил технологическую практику.

Анализ состояния производства сводится, прежде всего, к описанию материала, используемого для изготовления конкретной детали или инструмента. При этом следует обратить внимание на такие показатели, как его стоимость, технологичность при формоизменяющих и термических операциях, обеспечение стабильного комплекса физико-механических свойств в течение всего ресурса работы. Далее излагаются технологические процессы изготовления детали или инструмента по основным формоизменяющим операциям и упрочняющей обработке с целью получения требуемого комплекса механических свойств, а также характеристики оборудования, на котором они выполняются. Следует проанализировать применение на базовом предприятии технологий, связанных с выбросами токсичных веществ в атмосферу, а также технологических процессов, в которых преобладает большая доля ручного труда и которые требуют больших затрат времени, электроэнергии или технологических материалов. К недостаткам существующего производства также можно отнести применение морально и физически устаревшего оборудования, не позволяющего осуществлять прогрессивные методы обработки и обеспечивать одинаково высокое качество, как на единичных деталях, так и при крупносерийном производстве.

Таким образом, задачей данного раздела является выявление недостатков существующего производства и определение направлений его совершенствования.

## 3. Расчет годовой производственной программы

Расчет годовой программы термического подразделения позволяет определить тип и количество основного термического оборудования для выполнения технологических операций. Следует знать, что количество обрабатываемых в термическом подразделении деталей должно превышать потребность при сборке машин, так как необходимо дополнительно учитывать потребность деталей на отладку технологического процесса и выпуск запасных частей (деталей).

Программу  $\Pi$  термического подразделения для данной детали (инструмента) в штуках рассчитывают по формуле:

$$\Pi = Bn \left(1 + \frac{a}{100}\right) \left(1 + \frac{b}{100}\right),$$

где  $B$  - годовая программа выпуска машин, шт.;



$n$  - количество однотипных деталей в узле машины или механизма, шт.;

$a$  - количество деталей, необходимых на отработку технологического процесса, % (принимается 0,5...1,5 % в зависимости от сложности технологического процесса);

$b$  - количество запасных частей, % (принимается в соответствии с планами базового предприятия).

Годовая производственная программа термического подразделения приводится в виде таблицы, в которой следует указать базовую и проектную марку стали, габаритные размеры детали, необходимые для выбора приспособления и типа оборудования, а также массу и программу выпуска деталей в штуках и тоннах, исходя из годовой программы выпуска машин.

#### 4. Выбор материала

Рациональный выбор материала для изготовления деталей машин или инструментов является важной составной частью технологического процесса. При выборе материала для конкретной детали основными требованиями являются: обеспечение конструкционной прочности, его технологические свойства и соответствие требованиям экономической эффективности. Выбор материала должен осуществляться согласно техническим условиям (ТУ) на готовую продукцию, которые разрабатываются на основе конструкторских расчетов при проектировании детали или инструмента и уточняются в период эксплуатации. ТУ представляют собой комплекс требований, включая механические и эксплуатационные свойства, которыми должна обладать деталь для обеспечения безотказной её работы в течение расчетного времени эксплуатации.

При выполнении ВКР в качестве детали, для которой разрабатывается техпроцесс, руководителем часто назначается деталь из группы, так называемых унифицированных. Под унифицированными понимают детали, которые многократно повторяются в различных по назначению и конструкции машинах и технологическом оборудовании. Примером таких деталей могут служить шестерни, валы, оси, пружины, рессоры, болты, гайки. Как правило, материал для унифицированных деталей уже известен и он апробирован на производстве. В этом случае студенту необходимо обосновать целесообразность использования указанного на чертеже детали или инструмента материала и подобрать ему подходящий материал-заменитель, который обеспечит требуемый комплекс свойств согласно ТУ.

Проведение выбора с помощью простого сопоставления механических, эксплуатационных, технологических свойств, включая стоимость материала, является непростой задачей. В таких случаях возникает необходимость использования какого-либо обобщенного (комплексного) показателя, характеризующего комплекс несопоставимых свойств материала в целом. Решение подобного рода задач с применением разных методик, основанных на использовании различного рода количественных критериев, в число которых входит метод экспертных оценок, обобщенная функция желательности Харрингтона, выбор на основе анализа матрицы решений и др. подробно рассмотрено в метод. пособии [1]. При выборе материала необходимо учитывать также его технологичность в условиях конкретного производства.

Если исполнитель ВКР считает нецелесообразным замену материала детали или инструмента, то он обязан обосновать свое решение.

##### 4.1. Условия работы детали

Требуемый комплекс свойств зависит от условий работы детали в узле машины и предопределяет выбор материала и технологию упрочнения. Комплекс свойств, которым

должна обладать деталь в готовом виде, устанавливает конструктор на основании расчетов и анализа ее работы в узле машины.

В пояснительной записке необходимо привести чертеж (эскиз) детали или инструмента, для которых разрабатывается технологический процесс. Анализ работы детали удобно проводить с использованием чертежа узла машины или механизма, на котором проявляется взаимодействие данной детали с остальными, что дает возможность составить схему действующих сил, вызывающих в анализируемой детали напряжения. Построенные эпюры напряжений позволяют выделить опасные сечения, в которых рассчитывают значения номинальных напряжений и производят расчеты на прочность с определением основных характеристик механических свойств. Следует оценить надежность детали (узла) в зависимости от уровня прочности материала. Указать другие свойства, которыми должен обладать материал, например, значения ударной вязкости, характеристики пластичности, твердость.

Если студент затрудняется выполнить указанные расчеты, он должен ознакомиться с ними на базовом предприятии в отделе главного конструктора в период прохождения практики. Альтернативным вариантом может служить использование справочника [2].

Для обоснованного выбора материала важно раскрыть критерии работы детали или инструмента:

- характер нагружения (статический, динамический, циклический), который определяет тип разрушения;
- тип трения (трение скольжения или трение качения), из которого следует подбор материалов «пары трения», которая обеспечит минимальный износ деталей сопряжения;
- температурные условия работы детали, которые при низких климатических температурах определяются температурным порогом хладноломкости, при нормальных температурах - состоянием смазки в узле машины или характеристиками жаропрочности при повышенных температурах;
- характер внешней среды (обычные условия, масляная ванна, влажная атмосфера и т. п.), определяющий воздействие рабочей среды на поверхностный слой материала детали или инструмента;
- степень ответственности детали (низкая или высокая), которая определяет характер влияния последствий выхода из строя детали на обеспечение безопасности жизнедеятельности человека (использование дорогостоящих материалов в этом случае обосновано сохранением человеческой жизни);
- статистику отказов детали по данным базового предприятия, что обосновывает стремление к обеспечению одной долговечности всех деталей машины или механизма, иначе это приводит к удорожанию машины (поочередная замена деталей требует останова, разборки-сборки механизма).

Все это имеет непосредственное отношение к разработке ТУ и выбору марки материала. Значения свойств материала детали или инструмента приводятся в подразделе «Технические условия на готовую продукцию» в виде таблиц.

В отдельных случаях следует рассматривать также использование неметаллических и композиционных материалов взамен металлических, что позволило бы сократить число технологических операций при изготовлении детали с сохранением требуемых эксплуатационных свойств. Выбор материалов из группы неметаллических подробно рассмотрен в учебнике «Технология конструкционных материалов» [3].

#### 4.2. Обоснование выбора материала

Любой технологический процесс может быть успешно реализован на производстве только при условии проведения оптимального выбора материала для изготовления конкретной детали или инструмента, поскольку выбор материала и способа его упрочнения является комплексной задачей. В методическом пособии [1] «Выбор материала для деталей машин»



под ред. Гринберга Е.М. проанализированы методики выбора материалов и приведены рекомендации по выбору марок стали при решении конкретных задач.

При выборе материала для проектируемого изделия необходимо учитывать следующее:

- возможность упрочнения данного сплава на заданный техническими условиями уровень механических и эксплуатационных свойств способами, реализуемыми в заводских условиях;

- назначаемый сплав должен обладать хорошими технологическими свойствами не только при термической обработке, но и при формообразующих операциях на заготовке согласно маршрутной технологии;

- использовать экономно легированные и углеродистые стали вместо высоколегированных, содержащих в своем составе дорогие цветные и тугоплавкие легирующие элементы, создавая на поверхности деталей функциональные покрытия;

- улучшаемые стали при объемной закалке должны обеспечивать сквозную прокаливаемость детали.

При техническом анализе выбора материалов следует руководствоваться следующим алгоритмом:

- определить группу сталей по назначению, в которой содержатся материалы со свойствами, соответствующими ТУ на готовую продукцию, например, улучшаемые, цементуемые, высокопрочные, рессорно-пружинные, штамповые стали и т. д.;

- выбрать из этой группы несколько марок, которые обеспечат после термообработки необходимые механические и эксплуатационные свойства;

- сравнить эти стали между собой по химическому составу и технологическим свойствам, например, более технологичными считаются стали, у которых ниже критическая точка  $A_{с3}$  (меньше энергозатрат на нагрев);

- для сопоставления комплекса свойств материала, включая его стоимость, целесообразно использовать количественные критерии, приведенные в метод. пособии [1].

Для выбранного материала указать:

- химический состав согласно ГОСТу;

- механические свойства в состоянии поставки и в термообработанном состоянии;

- технологические свойства;

- описать роль каждого легирующего элемента, в формировании свойств стали;

- указать марку возможного заменителя.

Следует отметить, что замена базовой марки стали, используемой на предприятии при изготовлении конкретной детали или инструмента, не является обязательным условием при выполнении данного раздела ВКР. В этом случае необходимо обосновать целесообразность использования указанного в чертеже на деталь материала и подобрать ему подходящий заменитель.

Вся информация, содержащаяся в данном разделе, должна быть подтверждена соответствующими ссылками на ГОСТы и действующие ТУ или справочную литературу.

#### 4.3. Входной контроль

При поступлении материала с предприятия - поставщика на завод - потребитель партии металла проходят входной контроль, целью которого является установление соответствия качества партии материала техническим условиям на договорные поставки. Поступивший в производство металл подвергается выборочному контролю по отдельным свойствам на его соответствие ГОСТам согласно схеме, установленной отделом главного металлурга предприятия - потребителя. При входном контроле проверяется качество материала заготовки, а не готовых деталей и только по тем свойствам, которые могут повлиять на обрабатываемость материала, привести к возникновению брака в результате формообразования или при термической обработке.

При этом проверяют:

1. Марочный состав - посредством химического анализа (экспресс-методом по основным элементам, определяющим марку стали);
2. Механические свойства – измерением твердости методом Бринелля;
3. Сортамент - измерением мерительным инструментом характерных размеров (диаметра или шестигранника);
4. Отсутствие металлургических дефектов (трещин, закатов) - визуальным осмотром.
5. Выполняется технологическая проба на горячую осадку, если заготовку получают горячей штамповкой.

Стали специального назначения контролируют по тем свойствам, которые, в конечном счете, определяют работоспособность изготовленных из них деталей:

- подшипниковые - на строение перлита и неметаллические включения;
- нержавеющие - на склонность металла к межкристаллитной коррозии;
- инструментальные - на строение перлита и карбидную неоднородность.

При выполнении ВКР студент должен разработать карту входного контроля металла для изготовления детали или инструмента, где необходимо указать:

- контролируемые свойства;
- методы контроля, согласно действующему ГОСТу или стандарту предприятия и кратко описать его сущность;
- норму контроля, то есть количество проб от партии поставляемого металла.

## 5. Технологическая часть

Целью данного раздела является обоснование выбора и разработка температурно-временных параметров технологического процесса для составления технологической карты на термическую или химико-термическую обработку

### 5.1. Маршрутная технология

Структура термических подразделений машиностроительных предприятий во многом определяется видами технологических операций формообразования. Чаще всего детали машин или механизмов изготавливают на металлорежущих станках, методами пластического деформирования и порошковой металлургии.

Маршрутная технология указывает порядок выполнения технологических операций и, прежде всего, место термической обработки в процессе изготовления детали из заготовки. Это важно знать при разработке технологии предварительной либо окончательной операций термической обработки. Если предварительная термическая обработка необходима для улучшения обрабатываемости заготовки резанием, то окончательная служит для формирования окончательной структуры и свойств детали или инструмента согласно ТУ на готовую продукцию. В маршрутной технологии следует указывать также транспортные операции, учитывая при этом, что заготовки в виде поковок или штамповок обычно обрабатывают в термических отделениях кузнечного цеха с целью исключения транспортных расходов.

В пояснительной записке ВКР необходимо привести схему маршрутной технологии, где следует установить последовательность каждого вида технологической операции, в том числе термической и место ее выполнения в маршруте изготовления детали с указанием температурно-временных режимов обработки.

Следующие за термической обработкой операции обеспечивают требования к состоянию поверхности детали, допуски на кривизну, эллипсность отверстий и другие показатели качества, которые можно достичь с помощью дополнительных операций, таких как химическая или механическая очистка поверхности, правка, рихтовка и др.

С маршрутной технологией изготовления данной детали или инструмента следует ознакомиться на базовом предприятии в период прохождения практики.

## 5.2. Обоснование выбора технологического процесса

Обеспечить необходимый уровень свойств детали можно различными технологическими способами. Например, упрочнения поверхности детали можно достичь методами химико-термической обработки (ХТО), поверхностной закалки при нагреве токами высокой частоты (ТВЧ), газопламенного нагрева, нагрева в электролите и т. д. В данном разделе ВКР необходимо выбрать и обосновать технологический процесс, который обеспечит необходимый уровень свойств детали согласно ТУ на готовую продукцию при минимальных затратах на производство и минимальных выбросах вредных веществ в окружающую среду.

Такой выбор производится на основе системного анализа, для чего необходимо:

- рассмотреть все возможные способы термической и химико-термической обработки, которые могут обеспечить требуемый уровень свойств;
- исключить все те способы, которые нельзя применить технически для упрочнения данной детали или инструмента по технической возможности и типу производства;
- из оставшихся технологий необходимо исключить те, которые явно требуют больших затрат времени, трудоемки, а также экологически вредные производства.

Окончательный выбор следует остановить на способе упрочнения, который гарантированно обеспечит требуемые свойства детали. Так, например, применительно к упрочнению шестерни с малым модулем зуба ( $m < 5$  мм) поверхностная закалка при нагреве ТВЧ стали даже с пониженной прокаливаемостью (ПП) может привести к сквозной закалке зуба, что является недопустимым, исходя из условий его работы. В этом случае следует рекомендовать более продолжительный способ ХТО - цементацию или нитроцементацию с использованием стали из группы цементуемых.

При выборе технологического процесса необходимо выбирать наиболее рациональные способы теплового воздействия, позволяющие сократить количество операций, экономить энергоресурсы и технологические материалы. При этом необходимо руководствоваться следующими прогрессивными направлениями:

- использование остаточной теплоты предыдущей операции (ковки или штамповки) для последующей термообработки (отжига, нормализации), что сокращает кратность нагрева стали;
- преемственность или совмещение операций структурного изменения с использованием тепла предыдущих операций, например, закалка непосредственно с цементационного нагрева с подсуживанием, отпуск в заготовленном состоянии (совмещение отпуска и правки) и т.д.;
- применение скоростных методов нагрева ТВЧ при проведении поверхностной закалки взамен трудоемких процессов химико-термической обработки;
- использование сред нагрева и охлаждения, предотвращающих окисление и обезуглероживание, а именно: контролируемые атмосферы при нагреве, нагрев в кипящем слое и т.д.;
- применение мероприятий, уменьшающих деформацию на заключительных стадиях термообработки: охлаждение при закалке в горячей изотермической среде (нагретое масло, кипящий слой, расплавы солей), охлаждение нагретых деталей сложной конфигурации в заготовленном состоянии (закалка под прессом) и т.д.

## 5.3. Разработка режимов технологического процесса упрочняющей термической обработки

Задачей данного раздела ВКР является установление конкретных значений температурно-временных параметров для выбранного технологического процесса.

Прежде всего, необходимо установить все основные, вспомогательные и дополнительные операции технологического процесса и порядок их выполнения. Затем разделить каждую операцию на технологические переходы и для каждого перехода назначить параметры. Предложенные значения температуры нагрева, скорости (времени) нагрева, времени вы-

держки, скорости охлаждения, состава охлаждающей среды и т. д. должны быть теоретически обоснованы с использованием специальной и справочной литературы.

Полученные расчетом или техническим анализом значения параметров процесса термической обработки заносятся в технологическую карту, которая приводится в приложении к пояснительной записке.

В конце раздела следует рассмотреть вопросы о возможных причинах брака и разработать меры по предупреждению его возникновения.

Если при разработке этого раздела требуется выполнение некоторых расчетов, например: времени нагрева деталей или инструмента, то они выполняются в разделе “Расчетная часть”.

#### 5.4. Технический контроль и контроль качества готовой продукции

Технический контроль представляет собой контроль правильности выполнения операций технологического процесса, который непрерывно осуществляется на рабочих местах непосредственно рабочими и мастерами производства, периодически - технологическими службами цеха. Важность технического контроля состоит в том, что несоблюдение среды обработки или температурно-временных режимов влечет за собой снижение качества обрабатываемых деталей, что приводит к браку при термической обработке.

При разработке данного раздела необходимо составить инструкцию по техническому контролю технологического процесса. В инструкции по техническому контролю к технологическому процессу для каждого технологического перехода необходимо указать:

- параметры контроля (температурный режим, продолжительность операции, среда обработки) и допустимые значения;
- методы и приборы контроля (приборы для измерения, регулирования и записи температуры; реле времени; газоанализаторы, вакуумметры, ротаметры и др.).
- свойства детали после выполнения операции и допустимые пределы изменения этих свойств.

Контроль качества готовой продукции производится после завершения полного цикла термической обработки и осуществляется, как правило, неразрушающими методами непосредственно на деталях. Если таковые применить нельзя, то он проводится на образцах-свидетелях, которые проходили термообработку вместе с деталями. Текущий контроль качества продукции сводится к определению твердости, структуры и обнаружению наружных и внутренних дефектов. Трещины, возникающие при термообработке, могут быть выявлены применением магнитных дефектоскопов, а кривизна и другие отклонения от геометрических размеров с помощью плит, центров и специальных измерительных приборов. Контроль качества по микроструктуре позволяет определить глубину упрочненного слоя. Контроль качества цементованного слоя следует проводить на отсутствие карбидной сетки и трооститных пятен в слое, а после нитроцементации на отсутствие «темной составляющей» и огрубление карбидной фазы.

В инструкции по контролю качества обработанных деталей необходимо указать:

- методы контроля качества (стандартизованные методы или технологические пробы);
- нормы контроля (в процентах от партии обработанных деталей при садочном методе или периодичность по времени при конвейерном методе обработки);
- место контроля на детали;
- способ подготовки детали для осуществления измерений;
- допустимые значения измеряемых характеристик.

#### 6. Выбор и расчет потребности основного, вспомогательного и дополнительного оборудования

Выбор конкретного типажа оборудования определяется его возможностью качественного выполнения операций технологического процесса при минимальной трудоемкости и энергетических затратах, степени механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортных операций, точности регулирования технологических параметров, степени надежности, а также типом производства.

В массовом и крупносерийном производстве рентабельно применять агрегатное оборудование непрерывного действия (например, цементационные или конвейерно-закалочные агрегаты). Оно обладает большой производительностью, высокой степенью механизации и автоматизации, стабильностью качества производимой продукции и низкими затратами ручного труда. Но оно, как правило, является узкоспециализированным и неустойчиво работает при частых переналадках.

В мелкосерийном и штучном производстве зарекомендовало себя садочное оборудование ввиду его универсальности и простоты переналадок (например, камерные или шахтные печи). Но оно требует больших затрат ручного труда, обслуживается механизмами общецехового назначения и характеризуется менее стабильным выпуском качества обрабатываемых деталей. Широкое распространение в термических цехах нашли соляные ванны. Однако утилизация отработанной соли загрязняет окружающую среду.

При выборе оборудования садочного типа следует учитывать форму и габариты детали или инструмента, а также конструкцию приспособления, позволяющего рационально размещать детали в рабочем пространстве, препятствуя прогибу деталей малой жесткости, и одновременно проводить термообработку группы деталей (садки). Например, термообработку длинномерных деталей (валов, осей) целесообразно проводить в печах шахтного типа, так как вертикальное положение деталей сохраняется при охлаждении их в закалочной среде, что удобно при использовании внутрицехового подъемно-транспортного механизма. Конкретную марку нагревательного устройства определяют по оптимальному коэффициенту загрузки оборудования.

В этом разделе ВКР необходимо выполнить расчет необходимого количества оборудования для выполнения годовой программы.

Прежде всего необходимо определить конкретную производительность печи, зная массу садки деталей и время их обработки по формуле:

$$G = \frac{m}{\tau},$$

где  $G$  — производительность печи, кг/час;  $m$  — масса садки, кг;  $\tau$  — время обработки, час.

Затем следует определить действительный годовой фонд времени работы оборудования  $\Phi_d$ , который всегда меньше календарного. При использовании универсального оборудования периодического действия  $\Phi_d$  рассчитывают по формуле:

$$\Phi_d = (365 - B - П) \cdot T \cdot n \cdot K_p, \text{ пече} - \text{часов},$$

где  $B$  и  $П$  — количество выходных и праздничных дней в году, соответственно;

$T$  — количество часов работы оборудования в смену;

$n$  — количество смен;

$K_p$  — коэффициент потерь времени на ремонт, переналадку режимов и на разогрев печи ( $K_p = 0,90 - 0,94$ ).

Далее необходимо установить «задолженность» печи  $A$  (пече-час.), т.е. необходимый фонд эффективного времени работы оборудования для обработки предусмотренного годовой программой количества продукции

$$A = M/G,$$

где  $M$  — годовая масса обрабатываемых деталей, кг;  $G$  — производительность печи, кг/час.

Необходимое количество единиц оборудования ( $N$ ) рассчитывают по формуле:

$$N = A/\Phi_d.$$

Так как при расчетах значение  $N$  может представлять собой любое дробное число, то действительное число единиц  $N_d$  оборудования получают округлением  $N$  до ближайшего большего целого числа.

Коэффициент использования оборудования  $K$  находят как отношение расчетного количества оборудования к действительному:

$$K = N/N_d.$$

Коэффициент  $K$  отражает эффективность использования оборудования и должен находиться в пределах 0,75 - 0,85. Если  $K$  выходит за указанные пределы значений, то необходимо выбрать из той же серии печь (агрегат) меньшей или большей производительности и вновь произвести расчет.

Аналогично рассчитывают количество оборудования, используемого на остальных операциях, например, для отпуска закаленных деталей. Следует учитывать, что при низком расчетном значении коэффициента  $K$  дозагрузка оборудования может производиться при термообработке других деталей.

Помимо основного термического оборудования необходимо также выбрать дополнительное и вспомогательное оборудование, к которому относятся моечные машины, промывные баки, пресса для правки, твердомеры, подъемно-транспортное оборудование и др. Его количество рассчитывают на основе технически обоснованных норм времени по его средней производительности, которая должна быть не меньше производительности основного оборудования, и заданной годовой программе.

По указанию руководителя ВКР необходимо описать принцип работы одной из единиц оборудования. Описание должно сопровождаться ссылками на соответствующие чертежи или схемы, приведенные в пояснительной записке.

Все технологическое оборудование, используемое при выполнении технологического процесса, должно быть занесено в таблицу с указанием наименования, марки, основных технических характеристик и количества единиц.

### 4.3.3 Требования к оформлению выпускной квалификационной работы

Для правильного оформления пояснительной записки выпускной квалификационной работы необходимо строго придерживаться следующих указаний.

1. Текст записки. Вся пояснительная записка ВКР должна быть написана ясно, логично, грамотно, лаконично и служить основному своему назначению - быть источником научной и технической информации для специалистов не только данной отрасли знаний, но и смежных областей. Недопустимы грамматические, синтаксические и стилистические и ошибки в тексте записки. Наличие таких ошибок дает основание для недопуска работы к защите.

Все фактические материалы, цитаты, рисунки, графики, таблицы, заимствованные из литературных источников, обязательно сопровождаются ссылками на авторов.



2. Нумерация разделов и подразделов. Для удобства написания, чтения и работы с пояснительной запиской основная часть текста должна быть разделена на разделы, подразделы и пункты. Все разделы, подразделы, пункты и подпункты (если они есть), нумеруются только арабскими цифрами.

Разделы, подразделы и пункты, если последние представляют самостоятельный интерес, должны иметь содержательные заголовки. В этом случае они обязательно включаются в содержание отчета. Если пункт или подпункт не имеет заголовка, то его номер проставляется в начале первой строки абзаца, которым начинается соответствующий пункт, и в содержание не включается.

Если записка содержит результаты исследований, которые невозможно или нецелесообразно объединить в один раздел, то допускается несколько разделов, объединенных единой методикой исследования или планом исследуемых объектов, или единством изучаемых механизмов и явлений. Другими словами, записка может состоять из нескольких разделов, в которых отражены результаты и методики исследования.

3. Таблицы. Цифровой материал, помещенный в пояснительную записку, обычно оформляется в виде таблиц. Информация, оформленная в виде таблиц, должна отличаться компактностью, а сами таблицы - единообразием построения во всей записке. Таблица состоит из следующих элементов: порядковый номер и название, строка с заголовками и подзаголовками, основная часть - горизонтальные строки и вертикальные столбцы. Название таблицы не подчеркивается.

Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота или с поворотом текста против часовой стрелки на 90°. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист. При этом столбцы таблицы нумеруются. На следующей странице помещается строка с номерами столбцов таблицы, над которой справа пишутся слова "Продолжение таблицы 3.2".

Если повторяющийся в строках таблицы текст состоит из одного слова, то допускается его заменять кавычками; если из двух и более слов – словами "То же". Не допускается ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок стале, математических и химических символов.

4. Иллюстрации. Под иллюстрацией понимается любое графическое изображение или фотография, включенное в записку и органически связанное с текстом. Все виды иллюстраций (фотографии, графики, чертежи, схемы и т.д.) в тексте и подрисовочных подписях именуются рисунками. Номер рисунка состоит, как и номер таблицы, из номера раздела и порядкового номера, например, "Рисунок 2.12" (двенадцатый рисунок второго раздела). Слово "Рисунок" пишется полностью, без сокращения под его графическим изображением.

Не следует в больших количествах помещать в записку графики первичной информации, отражающие результаты измерений. Достаточно поместить 2 - 3 рисунка с данными первичных измерений. Остальные графики должны содержать статистически обработанные данные, которые не просто заменяют десятки исходных кривых, но и облегчают восприятие существа изучаемого явления.

Фотографии могут быть выполнены при помощи специальных графических компьютерных программ (Photoshop, AxioVision и др.). Допускается использование светокопий или ксерокопий. При использовании программного обеспечения AxioVision необходимо фотографии структур сопровождать изображением шкалы объект-микрометра в правом или левом нижнем углу фото.

5. Формулы требуют особенно пристального к себе внимания, так как неточность в их написании может привести к серьезным ошибкам при расчетах. Формулы следует писать достаточно крупно, разборчиво, ясно выделяя индексы и показатели степеней. Желательно использовать буквенные обозначения, рекомендованные соответствующими стандартами. Набор формул следует делать в редакторе формул.

6. В список использованных источников следует включать все виды использованной

информации, в том числе патенты, отчеты о НИР, изданные конспекты лекций и др. Источники научно-технической документации помещают в списке в порядке появления ссылок в тексте. Если число авторов в источнике более трех, то допускается указывать только фамилии и инициалы первых трех из них в сопровождении слова "и др.". Место издания (город) пишется полностью, за исключением Москвы (М.), Санкт – Петербурга (СПб.).

Библиографическое описание монографий, учебников, справочников и т.д. включает фамилию и инициалы авторов, название книги, место издания, издательство, год издания, количество страниц.

Указание статьи в периодическом издании должно включать фамилию и инициалы авторов, название статьи, наименование журнала (возможно общепринятое сокращение), год издания, том, номер, страницы.

7. В конце записки выносятся приложения. Они включают вспомогательные и первичные данные, прилагают и нумеруют приложения в порядке появления ссылок на них в тексте записки.

#### **4.4 Требования к порядку выполнения, подготовки к защите и защиты выпускной квалификационной работы**

ВКР бакалавров по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов выполняются, представляются к защите и защищаются в соответствии с утвержденными кафедрой методическими рекомендациями по порядку выполнения и защиты ВКР, разработанными на основе Государственного образовательного стандарта по направлению 22.03.01 и Стандарта системы менеджмента качества ТулГУ «Итоговая государственная аттестация выпускника» СТ ТулГУ 8.6-01-2020.

Процедура проведения защит на кафедре ФММ отработана многолетней практикой, что обеспечивает эффективную и организованную работу ГЭК. Заседания ГЭК проводятся в соответствии с заранее составленным и утвержденным расписанием. О регламенте работы ГЭК студенты оповещаются заранее.

Тематика ВКР предлагается либо преподавателями кафедры - руководителями ВКР, либо заинтересованными предприятиями и организациями, обсуждается и утверждается на заседании кафедры за 1 год до защиты студентами ВКР. Студенты получают задание на ВКР с развернутым планом и обширным перечнем литературы по теме в начале 7-ого семестра и приступают к его выполнению согласно разработанному графику.

Часть студентов начинают работать по тематике своей будущей ВКР на 3-м курсе в рамках студенческих научных кружков.

В тематике представленных к защите ВКР находят отражение как традиционные для кафедры, так и новые современные научные направления:

- проблемы физического металловедения, развиваемые на кафедре ФММ в рамках госбюджетных научно-исследовательских работ, договоров, грантов и инициативных проектов
- исследование структуры, физических и механических свойств металлов и сплавов, а также перспективные научно-практические направления:
- разработка технологических процессов термической обработки деталей;
- технологии изготовления изделий из порошковых материалов.

По решению кафедры ВКР в бакалавриате, как правило, должны содержать реферативную часть, выполненную на основе анализа учебной, монографической и периодической литературы и небольшую оригинальную часть, содержащую либо расчеты, либо экспериментальные результаты, полученные студентом; допускаются работы только с аналитическим обзором специальной литературы по теме, а также направленные на создание и расширение фонда уже суще-

ствующих лабораторных работ по дисциплинам учебного плана, на проведение патентного поиска.

С целью обсуждения результатов исследований, выбора направления проведения экспериментов, привития студентам навыков публичных выступлений на кафедре организованы постоянно действующие семинары. Выступление на семинарах желательно сопровождать черновыми (или уже готовыми) графическими материалами и иллюстрациями.

Отдельные методически сложные и трудоемкие эксперименты, требующие специального допуска для работы на соответствующих установках, могут проводиться сотрудниками лабораторий кафедр университета или организаций, НИИ. В этих случаях студент должен присутствовать при эксперименте, хорошо разбираться во всех деталях его проведения.

В течение срока выполнения выпускной квалификационной работы дважды (ориентировочно за два месяца и за месяц до защиты) заведующий кафедрой организует смотр выполнения выпускных работ. Ход выполнения студентами выпускных работ (в %) секретарь ГЭК отражает на стенде кафедры.

Полностью оформленную и вычитанную выпускную квалификационную работу и графическую часть студент обязан предъявить руководителю не позднее 20 дней до ее защиты. В течение этого срока студент должен внести возможные исправления в работу и ее графическую часть в соответствии с замечаниями руководителя, получить от него отзыв о своей работе над ВКР и допуск заведующего кафедрой ФММ к защите.

Руководитель просматривает представленные материалы к защите (пояснительная записка, иллюстрационные и раздаточные материалы) и дает письменный отзыв о работе студента в период подготовки ВКР. При положительном отзыве руководитель допускает студента к защите перед ГЭК своей подписью на титульном листе пояснительной записки и в зачетной книжке.

Если руководитель ВКР не считает возможным допустить студента к защите, он также обосновывает свое мнение в отзыве. Основаниями для не допуска руководителем студента к защите являются:

- несоответствие представленной ВКР выданному заданию;
- неполнота записки, низкое качество ее оформления;
- неграмотное изложение материала;
- наличие грубых ошибок в расчетах и разработке отдельных разделов;
- выявленная несамостоятельность студента при работе над ВКР.

Пояснительная записка вместе с отзывом руководителя передается студентом заведующему кафедрой для получения от него допуска к защите ВКР подписью на титульном листе работы.

Если заведующий выпускающей кафедрой не считает возможным допустить студента к защите ВКР, вопрос выносится на ближайшее заседание кафедры. На заседание приглашаются студент и руководитель работы. Решение кафедры о допуске или не допуске студента к защите является окончательным. По просьбе студента копия выписки из протокола заседания кафедры выдается ему на руки. Деканат готовит приказ об отчислении студента, как не представившего к защите ВКР.

Студент, допущенный к защите ВКР, представляет секретарю ГЭК (не позднее чем за день до защиты) следующие материалы:

- пояснительную записку, подписанную заведующим кафедрой, исполнителем - студентом, руководителем работы;
- иллюстрационные (раздаточные) материалы, подписанные студентом и руководителем;
- отзыв руководителя ВКР;
- реферат и электронный файл ВКР;
- оформленную деканатом зачетную книжку.

В ГЭК могут быть представлены и другие материалы, отражающие научную и практическую ценность выполненной работы, а также характеризующие личность студента за период обучения (копии опубликованных статей, рационализаторских предложений на практике, авторских свидетельств или патентов, наградных листов, выписки из приказов о награждении, премировании или объявлении благодарности ректора; приборы, макеты, модели, программы для ЭВМ и т.д.).

Студенты, не представившие ВКР в установленные сроки, к защите не допускаются и представляются к отчислению.

Студенты, полностью выполнившие учебный план теоретического обучения, успешно прошедшие программу практики и представившие в ГЭК к установленному сроку допущенные к защите материалы ВКР, защищают выпускные квалификационные работы на заседаниях государственной экзаменационной комиссии.

Сроки защиты ВКР регламентируются приказом ректора университета. График защит работ секретарь ГЭК вывешивает на доске объявлений кафедры за месяц до начала работы государственной аттестационной комиссии.

Перед началом защиты секретарь информирует ГЭК о выполнении всех условий, позволяющих приступить студенту к защите ВКР.

Публичная защита состоит из доклада студента (12-15 мин.) по теме ВКР, сопровождается иллюстративными материалами, вопросами членов ГЭК и ответами студента на эти вопросы. Председатель ГЭК, заведующий кафедрой обеспечивают деловую и спокойную обстановку на защитах ВКР.

Далее ГЭК переходит к обсуждению доложенной ВКР. Члены комиссии задают вопросы докладчику, на которые он должен дать краткие и грамотные ответы. После ответов на вопросы секретарь ГЭК зачитывает справку об успеваемости студента за период обучения, отзыв руководителя работы. Студенту предоставляется право ответить на возможные замечания руководителя.

Лучшие ВКР рекомендуются на ежегодный конкурс лучших научных работ студентов. В тех случаях, когда студент при выполнении выпускной работы показал исключительные способности, получил значительные научные результаты, ГЭК может дать рекомендацию студенту для поступления в магистратуру.

При выполнении условия выдачи дипломов с отличием выпускникам ТулГУ экзаменационная комиссия принимает решение о выдаче студенту диплома с отличием. Диплом с отличием выдается выпускнику:

- имеющему из общего количества оценок результатов сдачи курсовых экзаменов, завершающих изучение дисциплин учебного плана (итоговых экзаменов), защит курсовых работ, прохождения практик и других испытаний текущей аттестации, вносимых в приложение к диплому, не менее 75 % оценок "отлично", а остальные оценки "хорошо";

- прошедшему аттестационные испытания, входящие в итоговую государственную аттестацию ( защита выпускной квалификационной работы) с оценкой "отлично".

Пересдача курсовых экзаменов, работ и проектов с целью повышения оценок (не более двух) и получения диплома с отличием разрешается проректором (по представлению выпускающей кафедры и деканата) один раз на последнем году обучения.

При получении студентом оценки «неудовлетворительно» копия соответствующего протокола решения комиссии представляется в деканат для подготовки приказа об отчислении студента, а оригинал – в отдел кадров университета для приобщения к личному делу студента.

Повторная защита ВКР возможна при восстановлении студента в ТулГУ, но не ранее 3-х месяцев и не позже 5-ти лет после прохождения первичной защиты. По решению кафедры тема работы может быть сохранена или заменена на новую.

Апелляция студента по оценке защиты ВКР ГЭК возможна только по вопросам процедуры проведения государственной аттестации. Заявление подается студентом в течение одного дня после объявления результатов защит и рассматривается ректором (проректором по учебной работе). При удовлетворении апелляции студенту назначается повторное испытание, не позднее двух дней после принятия решения об удовлетворении апелляции.

В случае неявки на защиту ВКР по уважительным причинам деканатом предоставляется отсрочка проведения итоговой государственной аттестации, но не позднее 4-х месяцев после подачи заявления студентом.

Вручение дипломов об окончании университета проводится после издания соответствующего приказа заведующим кафедрой на заседании, которое проходит в торжественной обстановке.

#### **4.5 Порядок и критерии оценки результатов защиты выпускной квалификационной работы и уровня сформированности компетенций обучающегося**

##### **Критерии оценки результатов защиты ВКР и уровня сформированности компетенций обучающегося**

<b>№ п/п</b>	<b>Показатели</b>	<b>Коды оцениваемых компетенций</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Уровень сформированности компетенций</b>	<b>Начисляемое количество баллов</b>
1	Тип ВКР	УК-1-УК-11	ВКР не носит самостоятельного исследовательского характера	Недостаточный	0
			ВКР носит самостоятельный исследовательский характер	Пороговый	1
			ВКР носит рационализаторский, изобретательский характер	Повышенный	2
2	Цель и задачи ВКР	ОПК-1-ОПК-8	цель и задачи сформулированы некорректно или не соответствуют теме исследования	Недостаточный	1
			цель и задачи четко и правильно сформулированы, но не в полном объеме соответствуют теме исследования	Пороговый	2
			цель и задачи четко и правильно сформулированы, соответствуют теме исследования	Повышенный	3
3	Научная новизна ВКР	ПК-1-ПК-5	результаты исследования не имеют научной новизны	Недостаточный	0
			получены новые, но недостаточно подтвержденные данные или сформулированы новые, но недостаточно четко обоснованные положения	Пороговый	2
			получены новые данные или сформулированы и доказаны новые четко обоснованные положения	Повышенный	3
4	Практическая значимость ВКР	ПК-6-ПК-10	ВКР не имеет практического значения	Недостаточный	1
			практическая значимость ВКР вызывает сомнения	Пороговый	4
			ВКР представляет интерес и имеет практическое значение	Повышенный	5
5	Теоретическая значимость ВКР	УК-1-УК-11, ОПК-1-ОПК-8	ВКР не имеет теоретического значения	Недостаточный	0
			теоретическая значимость ВКР вызывает сомнения	Пороговый	2

№ п/п	Показатели	Коды оцениваемых компетенций	Критерии оценивания	Уровень сформированности компетенций	Начисляемое количество баллов
			ВКР представляет интерес и имеет теоретическое значение	Повышенный	3
6	Обзор литературы по теме ВКР	ОПК-1-ОПК-8, УК-1-УК-11	обзор переписан из источников без самостоятельного анализа литературы	Недостаточный	1
			проведен тщательный анализ литературы	Пороговый	2
			проведено обобщение и анализ литературных данных, выполнено сравнение их с собственными результатами	Повышенный	3
7	Соответствие темы и содержания ВКР	ОПК-1-ОПК-8, ПК1-ПК-10	содержание не соответствует сформулированной теме, цели и задачам	Недостаточный	0
			содержание не во всем соответствует сформулированной теме, цели и задачам	Пороговый	2
			содержание точно соответствует сформулированной теме, цели и задачам	Повышенный	3
8	Методика исследования, используемая в ВКР	ПК-1-ПК-5	выбор методик некорректен	Недостаточный	1
			выбраны известные универсальные методики	Пороговый	2
			выбраны целесообразные методики, кроме того, разработаны собственные методики исследований	Повышенный	3
9	Использование компьютерных и иных технологий для обработки результатов исследований в ВКР	ПК-5-ПК-10	в ВКР не использованы указанные технологии обработки результатов исследований	Недостаточный	0
			в ВКР использованы указанные технологии обработки результатов исследований, но в недостаточном объеме	Пороговый	4
			в ВКР широко использованы указанные технологии обработки результатов исследований	Повышенный	5
10	Объем анализируемого материала ВКР	УК-1-УК-11, ОПК-1-ОПК-8	объем анализируемого материала незначительный и не позволяет сделать достоверных выводов	Недостаточный	1
			объем анализируемого материала небольшой, но позволяет сделать достоверные выводы	Пороговый	5
			большой объем анализируемого материала, позволяющий сделать достоверные выводы	Повышенный	7
11	Основные результаты и выводы в ВКР	ПК-1-ПК-10	основные результаты и выводы нечеткие, размытые, не соответствуют поставленным задачам или недостоверны	Недостаточный	1
			основные результаты и выводы соответствуют задачам, но их достоверность вызывает некоторые сомнения	Пороговый	2
			выводы четко сформулированы, достоверны, опираются на полученные результаты и соответствуют поставленным задачам	Повышенный	3
12	Качество оформления ВКР	УК-1-УК-11	ВКР не отвечает требованиям, предъявляемым к оформлению ВКР	Недостаточный	0
			ВКР выполнена аккуратно и отвечает большинству требований, предъявляемых к ВКР	Пороговый	7
			ВКР отвечает всем требованиям, предъявляемым к ВКР	Повышенный	10
13	Язык, стиль и ошибки изложения	ОПК-1-ОПК-8	ВКР содержит грамматические, семантические и стилистические ошибки	Недостаточный	0



№ п/п	Показатели	Коды оцениваемых компетенций	Критерии оценивания	Уровень сформированности компетенций	Начисляемое количество баллов
	ния ВКР		ВКР написана научным стилем, соответствует нормам русского языка, но содержит незначительное количество ошибок указанных выше типов	Пороговый	2
			ВКР написана научным стилем, соответствует нормам русского языка, не содержит ошибок указанных выше типов	Повышенный	3
14	Список литературы ВКР	ОПК-3-ОПК-5, ПК-1-ПК-10	недостаточно отражает информацию по теме исследования, не содержит работ ведущих ученых	Недостаточный	0
			в достаточной степени отражает информацию по теме исследования, но не содержит в достаточном количестве актуальных работ	Пороговый	4
			отражает информацию по теме, содержит работы ведущих ученых, а также в достаточном количестве актуальные работы	Повышенный	5
15	Иллюстративный материал ВКР	ОПК-1-ОПК-3, ПК-1-ПК-10	иллюстративный материал в ВКР представлен в недостаточном объеме	Недостаточный	1
			ВКР хорошо иллюстрирована, представлены рисунки, графики, схемы, диаграммы и т.п.	Пороговый	2
			ВКР хорошо иллюстрирована, содержатся оригинальные авторские рисунки, графики, схемы, диаграммы и т.п.	Повышенный	3
16	Содержание доклада на защите ВКР	ПК-1-ПК-10	доклад нелогичен, неправильно структурирован, не отражает сути ВКР	Недостаточный	0
			доклад отражает суть ВКР, но имеет погрешности в структуре	Пороговый	2
			доклад четко структурирован, логичен, полностью отражает суть ВКР	Повышенный	3
17	Качество доклада на защите ВКР	УК-1-УК-11	речь сбивчива, не отчетлива, докладчик не ссылается на слайды презентации, не укладывается в лимит времени	Недостаточный	1
			речь отчетливая, лимит времени соблюден, докладчик ссылается на слайды презентации, но недостаточно комментирует их	Пороговый	8
			доклад изложен отчетливо, докладчик хорошо увязывает текст доклада со слайдами презентации, активно комментирует их	Повышенный	10
18	Качество презентации к докладу на защите ВКР	ОПК-1-ОПК-5, ПК-5-ПК-7	содержит не все обязательные компоненты, много лишнего текста, содержит большие таблицы, иллюстративный материал недостаточен	Недостаточный	0
			содержит все обязательные компоненты, но есть отдельные недостатки – текст плохо читается, иллюстративный материал без заголовков или подписей данных и т.д.	Пороговый	2
			презентация соответствует докладу и в достаточном объеме отражает основные положения ВКР	Повышенный	6
19	Ответы на вопросы на защите ВКР	УК-1-УК-11, ПК-1-ПК-10	не даны ответы на большинство вопросов	Недостаточный	1
			даны ответы на большинство вопросов	Пороговый	2

№ п/п	Показатели	Коды оцениваемых компетенций	Критерии оценивания	Уровень сформированности компетенций	Начисляемое количество баллов
			даны исчерпывающие ответы на все вопросы	Повышенный	10
20	Качество ответов на вопросы на защите ВКР	ПК-1-ПК-10	ответы неполные, неточные	Недостаточный	0
			ответы полные с некоторыми неточностями	Пороговый	2
			ответы полные, точные	Повышенный	10
Максимально возможное количество баллов					100

Показатели №№ 1 – 15 и соответствующие компетенции оцениваются, в том числе, на основе отзывов руководителя ВКР.

### Шкалы оценок результатов защиты ВКР

Система оценивания	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

## 4.6 Фонд оценочных средств (оценочные материалы) для проведения процедуры защиты выпускной квалификационной работы

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-1 (код индикатора УК- 1.1)**

1. Как изменяется модуль упругости сплава с гетерогенной структурой, если вторая фаза имеет модуль более низкий, чем основа.
2. Какая существует корреляция между характеристической температурой и модулем упругости металла?
3. Какие из материалов: чистые металлы (1) или сплавы с неограниченной растворимостью компонентов (2) будут иметь наименьшее значение температурного коэффициента электросопротивления?
4. Какими источниками Вы пользовались при подготовке ВКР?
5. По каким критериям Вы осуществляли отбор литературы при подготовке ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-1 (код индикатора УК-1.2)**

1. Как классифицируется пленка на металлах , если она имеет толщину 800 ангстрем?
2. Когда мы говорим о питтинговой коррозии, что мы подразумеваем место , где эта коррозия проходит или вид коррозионных разрушений?

3. Как влияет повышение пористости покрытий на коррозионную стойкость при повышенных температурах?
4. Какие недостатки Вы выявили в подходах других авторов к проблеме, рассматриваемой в Вашей ВКР?
5. Какие методы поиска исходных данных использовались Вами в ходе выполнения ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-1 (код индикатора УК-1.3)**

1. Влияет ли величина зерна и гетерогенность сплавов на коррозионную стойкость и если влияет то как?
2. Условия роста пористой и сплошной защитной пленки
3. Что представляют собой катодные стимуляторы электрохимической коррозии?
4. Использовали ли Вы проектный подход при выполнении ВКР?
5. Какие критерии отбора информации использовались Вами в ходе выполнения ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-2 (код индикатора УК-2.1)**

1. Найти величину цифрового сигнала на выходе АЦП, для 3 шагов квантования, если параметр изменяется от 1 до 10 с точностью 0,001
2. Каков смысл критериев Фруда, Эйлера?
3. Число Прандтля, его физический смысл.
4. Какие ресурсы необходимы для достижения поставленной в Вашей ВКР цели?
5. С какими ограничениями Вы столкнулись при выполнении ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-2 (код индикатора УК- 2.2)**

1. Какие два подхода к изучению процессов диффузии Вам известны? Охарактеризуйте каждый из них.
2. Закон Фика, физический смысл и размерность коэффициента молекулярной диффузии.

3. Теплоотдача, уравнение теплоотдачи Ньютона-Рихмана, физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи.
4. Как Вы определяли оптимальные варианты решений для достижения цели, поставленной в Вашей ВКР?
5. Какими методиками Вы пользовались при разработке цели и задач ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-2 (код индикатора УК- 2.3)**

1. Закон Планка. Закон Вина.
2. Закон Стефана-Больцмана.
3. Радиационные характеристики тел. Чем характеризуются абсолютно черное, белое и прозрачное тела?
4. С помощью каких показателей оценивается экономическая эффективность результатов, полученных в ходе выполнения Вашей ВКР?
5. Как оценивается экономическая эффективность результатов, полученных в ходе выполнения Вашей ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-3 (код индикатора УК- 3.1)**

1. Как задаются граничные условия первого рода?
2. Как задаются граничные условия второго рода?
3. Что является основной мерой совокупности сведений в базах данных? На какие категории она делится? Дайте характеристику деления всех составных частей данной совокупности
4. Какие стратегии и стили социального взаимодействия были использованы Вами в ходе выполнения ВКР?
5. Возникала ли у Вас в ходе выполнения ВКР необходимость в выполнении лидерской роли в какой-либо группе? Какие стили лидерства или навыки лидера Вы при этом использовали?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-3 (код индикатора УК-3.2)**

1. Назовите минимальную емкость жесткого диска, позволяющую эксплуатировать ОС Windows 3.1 в офисных приложениях
2. Последовательность действий, записанная на специальном языке и предназначенная для выполнения компьютером, - это
3. Для чего предназначен объект «таблица»?

4. Приходилось ли Вам в процессе работы участвовать в командной деятельности, принятии групповых решений или разрешении конфликтов?
5. Какие навыки, приемы и способы общения и взаимодействия Вы применяли в ходе выполнения ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-3 (код индикатора УК-3.3)**

1. Для чего предназначен объект «форма»?
2. Для чего предназначен объект «запрос»?
3. Информационные системы – это
4. Вы выполняли ВКР индивидуально или в составе группы?
5. Какие стратегии и стили социального взаимодействия были использованы Вами в ходе выполнения ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-4 (код индикатора УК-4.1)**

1. Указать наиболее точный аналог реляционной базы данных.
2. Какое устройство обладает наибольшей скоростью обмена информацией?
3. Основоположителем отечественной вычислительной техники является...
4. Опирались ли Вы на иностранные источники при написании ВКР?
5. Докладывали ли Вы результаты выполнения ВКР на студенческих чтениях, конференциях и симпозиумах с докладами или презентациями на иностранном языке?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-4 (код индикатора УК-4.2)**

1. Как изменяется модуль упругости сплава с гетерогенной структурой, если вторая фаза имеет модуль более низкий, чем основа.
2. Сформулируйте закон Фика.
3. Какие свойства должны иметь пружинные стали специального назначения?
4. Выполняли ли Вы аннотированный и (или) реферативный переводы статей при написании ВКР?
5. Докладывали ли Вы результаты выполнения ВКР на студенческих чтениях, конференциях и симпозиумах?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-4 (код индикатора УК-4.3)**

1. Для изготовления деталей какого назначения применяют мартенситно-стареющие стали?
2. Область применения сталей пониженной и регламентированной прокаливаемости?
3. Область применения цементуемых сталей легированных никелем?
4. В чём заключаются актуальность и практическая значимость Вашей ВКР?
5. Какие результаты, полученные в ходе выполнения ВКР, Вы считаете наиболее весомыми и почему?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-5 (код индикатора УК-5.1)**

1. Какие стали применяют для изготовления баллонов высокого давления?
2. Какие жаропрочные аустенитные стали применяют для деталей работающих при температуре не выше 600 °С?
3. Какие материалы используются при изготовлении высокоогнеупорных, высокотвердых, термостойких, прозрачных изделий?
4. Изучали ли Вы научные работы по теме ВКР с подходом к решению проблемы, отличающимся от Вашего? В чём их суть?
5. Насколько актуальна для современного этапа развития общества проблема, лежащая в основе исследования ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-5 (код индикатора УК-5.2)**

1. Какие сплавы можно использовать как материал для сердечников трансформаторов?
2. Случайные события, случайные величины, случайные процессы, случайные поля. Дать краткую характеристику.
3. Оценка погрешности косвенных измерений.
4. Осуществляли ли Вы апробацию результатов, полученных в ходе выполнения Вашей ВКР, на национальных конференциях?
5. Осуществляли ли Вы апробацию результатов, полученных в ходе выполнения Вашей ВКР, на международных конференциях?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-5 (код индикатора УК-5.3)**

1. Измерения и контроль. Сплошной и выборочный контроль.



2. Теоретическая, законодательная и прикладная метрология. Роль и место в науке о металлах.
3. Основные параметры выпорки параметров структуры металлов
4. Отличаются ли подходы иностранных исследователей к проблеме, рассматриваемой в вашей ВКР, от подходов отечественных исследователей? Если да, то чем?
5. Имеет ли рассматриваемая в Вашей работе проблема этическое измерение?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-6 (код индикатора УК- 6.1)**

1. Краткая характеристика законов распределения непрерывных случайных величин, используемых в материаловедении
2. Проверка равноточности измерений в разных измерительных ситуациях (разные и одинаковые объёмы выборок)
3. Дисперсионный анализ результатов прямых измерений.
4. Какие навыки и приемы тайм-менеджмента Вы использовали в ходе выполнения ВКР?
5. Какие групповые и личные цели Вы ставили в ходе выполнения ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-6 (код индикатора УК-6.2)**

1. Дифференциальный (разностный) методы измерений в материаловедении.
2. Аналоговые и числовые средства измерений. Кому отдадим предпочтение.
3. Что отличает твердый раствор внедрения и промежуточную фазу внедрения?
4. Какие приемы и навыки саморазвития Вы использовали или формировали в ходе выполнения ВКР?
5. Какие приемы и средства саморегуляции саморазвития Вы использовали в ходе выполнения ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-6 (код индикатора УК-6.3)**

1. Чему равно число степеней свободы сплава при кристаллизации эвтектики?
2. Что такое сверхструктура?
3. Какие структурные процессы протекают в деформированном металле при отдыхе?
4. Какие компетенции у Вас сформировались при выполнении и подготовке к защите ВКР?

5. Как Вы планировали процесс подготовки ВКР?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-7 (код индикатора УК-7.1)**

1. Укажите условия образования упорядоченных твердых растворов.
2. В чем сходство и отличие жидкого и твердого состояния вещества?
3. Каковы параметры кинетики кристаллизации при гомогенном зарождении.
4. Какие виды физических упражнений используются Вами для поддержания оптимального уровня физической и функциональной подготовленности?
5. Какие средства и методы физической культуры Вы используете для физического и функционального совершенствования организма?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-7 (код индикатора УК-7.2)**

1. Опишите роль винтовых дислокаций в растущем кристалле твердой фазы
2. Как называется реакция в бинарных сплавах на диаграммах состояния по типу  $\text{Ж} \leftrightarrow \alpha + \beta$  ( $\alpha$  и  $\beta$  - твердые растворы)?
3. Какую структуру имеет сталь У8 после очень медленного охлаждения из аустенитного состояния?
4. Как Вы оцениваете свой уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности?
5. Какие методы саморегуляции уровня физической подготовленности Вы используете?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-7 (код индикатора УК-7.3)**

1. От чего зависит степень разветвленности дендритов при кристаллизации?
2. Что такое степень переохлаждения? Как она влияет на структуру сплавов?
3. Как изменяются прочностные свойства доэвтектоидной стали в зависимости от содержания углерода?
4. Какие средства и методы физической культуры Вы используете для физического и функционального совершенствования организма?
5. Как Вы оцениваете свой уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-8 (код индикатора УК-8.1)**

1. Как определить химический состав твердого раствора в равновесии с жидкостью при неравновесной кристаллизации 2-х компонентной системы, образующей непрерывный ряд твердых растворов?
2. Как определить количество графита в сером чугуна методами количественной металлографии?
3. Определить количество жидкой фазы в заданном сплаве системы Al-Si при заданной температуре.
4. Перечислите опасные и вредные факторы в области Вашей профессиональной деятельности.
5. Перечислите основные принципы организации безопасности труда в области Вашей профессиональной деятельности.

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-8 (код индикатора УК-8.2)**

1. Указать методы определения балла зерна.
2. Какие факторы определяют морфологию первичных кристаллов?
3. Какие морфологические типы эвтектик Вы знаете?
4. Перечислите способы защиты от чрезвычайных ситуаций в области Вашей профессиональной деятельности.
5. Какие существуют технические средства защиты людей в условиях природных чрезвычайных ситуаций?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-8 (код индикатора УК-8.3)**

1. Что такое неравновесный солидус?
2. Укажите стадии подготовки металлографического шлифа для исследования?
3. Как получают ковкие чугуны?
4. Какие существуют технические средства защиты людей в условиях природных чрезвычайных ситуаций?
5. Какими методами по оказанию первой помощи в условиях чрезвычайных ситуаций в области Вашей профессиональной деятельности Вы владеете?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-9 (код индикатора УК- 9.1)**

1. Указать методы определения балла зерна.
2. Какие морфологические типы эвтектик Вы знаете?
3. Один килограмм сплава 30% Sn и 70% Pb (дана диаграмма состояния) медленно охлажден от 300 °С. Определите массу твердой и жидкой фаз при температуре 250 °С

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-9 (код индикатора УК-9.2)**

1. Описать процесс кристаллизация стали с содержанием углерода 0,4%.
2. Сколько фаз входит в структурную составляющую, образующуюся по эвтектической реакции?
3. В сталях какого состава присутствует цементит, как структурная составляющая?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-9 (код индикатора УК-9.3)**

1. Определить максимально возможное количество вторичного цементита в заэвтектоидной отожженной углеродистой стали.
2. Для изготовления шпинделя рекомендована конструкционная сталь 60. В наличии имеется нелегированная конструкционная сталь неизвестного состава (дан образец). Одним из методов количественной металлографии определить марку стали и дать заключение о возможности изготовления шпинделя из нее.
3. В чем отличие структуры белого и серого чугуна?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-10 (код индикатора УК-10.1)**

1. Как влияют примеси на процесс кристаллизации?
2. Пояснить отличие понятий ближнего и дальнего порядка.
3. Что такое степень переохлаждения? Как она влияет на структуру сплавов?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-10 (код индикатора УК- 10.2)**

1. Почему белые чугуны обладают высокой хрупкостью?
2. Каковы особенности структуры литых сплавов?
3. Каковы особенности структуры деформированных сплавов?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-10 (код индикатора УК-10.3)**

1. В чем визуальное отличие однофазной и многофазной структуры?
2. Что такое ледебурит?
3. Каково содержание углерода в эвтектоидной стали?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-11 (код индикатора УК-11.1)**

1. На каком участке кривой намагничивания происходит необратимое смещение границ доменов?
2. На какой стадии намагничивания проявляется линейная магнитострикция?
3. Какой физический смысл имеет критерий Нуссельта, чем он отличается от критерия Био?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-11 (код индикатора УК- 11.2)**

1. Для изготовления деталей какого назначения применяют мартенситно-стареющие стали?
2. Область применения сталей пониженной и регламентированной прокаливаемости?
3. Область применения цементуемых сталей легированных никелем?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции УК-11 (код индикатора УК- 11.3)**

1. Какие стали применяют для изготовления баллонов высокого давления?
2. Какие жаропрочные аустенитные стали применяют для деталей работающих при температуре не выше 600 °С?
3. Какие материалы используются при изготовлении высокоогнеупорных, высокотвердых, термостойких, прозрачных изделий?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (код индикатора ОПК-1.1)**

1. Какие сплавы можно использовать как материал для сердечников трансформаторов?
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные теплофизические свойства металлов и сплавов.
3. По какому признаку выбирают марку стали для деталей магистрального трубопровода?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (код индикатора ОПК-1.2)**

1. Каким способом получают аустенитную структуру у ПНП-сталей?
2. Какие изделия изготавливают из порошковой стали типа Р6М5-МП?
3. Назовите способ получения ультрадисперсных наночастиц размером от десяти до тысячи

нанометров?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (код индикатора ОПК-1.3)**

1. Каким способом возможно получение тонких лент аморфных металлических сплавов?  
Назовите внутренние дефекты стальных изделий.
2. Охарактеризуйте роль флокенов в структуре стали.
3. При легировании каким элементом сталь приобретает повышенную коррозионную стойкость во влажной среде?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (код индикатора ОПК-2.1)**

1. Какие легирующие элементы обеспечивают коррозионную стойкость стали?
2. Объясните роль серы и фосфора в структуре стали.
3. Какая существует корреляция между характеристической температурой и модулем упругости металла?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (код индикатора ОПК-2.2)**

1. На каком участке кривой намагничивания происходит необратимое смещение границ доменов?
2. Аналоговые и числовые средства измерений. Кому отдадим предпочтение.
3. Как влияют карбидообразующие элементы на выделение углерода из мартенсита при отпуске?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (код индикатора ОПК-2.3)**

1. Какой из видов упрочнения приводит одновременно к повышению, как прочности, так и вязкости стали?
2. Недостаток углеродистых инструментальных сталей?
3. Основной недостаток жаростойких сталей ферритного класса?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-3 (код индикатора ОПК-3.1)**

1. Как можно одновременно повысить прочность и вязкость улучшаемой стали?



2. Как изменяются свойства при нагреве аморфного сплава ниже температуры кристаллизации, зависящие от величины свободного объема?
3. Вязкость и прочность стали определяются размером ферритного зерна, составом твердого раствора, размерами и плотностью распределения глобулярных карбидов. Как можно получить такую структуру стали?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-3 (код индикатора ОПК-3.2)**

1. Что связывает метрологию, стандартизацию и сертификацию.
2. Указать характерные признаки фаз Юм-Розери.
3. Какие структурные процессы протекают в деформированном металле при отдыхе?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-3 (код индикатора ОПК-3.3)**

1. По каким свойствам выбирают марку стали для прессформ литья металлов под давлением?
2. По каким свойствам выбирают марку стали для пружин подвески грузового автомобиля грузоподъемностью 4 т?
3. Теплоустойчивые стали предназначены для длительных сроков эксплуатации (до 20 лет) и поэтому должны иметь очень стабильную структуру. Охарактеризуйте стали.

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-4 (код индикатора ОПК-4.1)**

1. Сталь 08X13 принадлежит к ферритно-мартенситному классу, стойкая в слабоагрессивных средах — водных растворах солей и органических кислот при 20 °С. Какие изделия из неё изготавливают?
2. Какие стали применяют для подшипников работающих в агрессивных средах?
3. В каких сталях используют интерметаллидное упрочнение?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-4 (код индикатора ОПК-4.2)**

1. Каким видом термической обработки можно одновременно повысить прочность и вязкость улучшаемой стали?
2. Как определить склонность к развитию дендритной ликвации по диаграмме состояния?
3. Какие сведения можно получить, исследуя отполированный образец?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-4 (код индикатора ОПК-4.3)**

1. Какие факторы определяют морфологию первичных кристаллов?
2. Назовите области применения низкоуглеродистых сталей?
3. Области применения высоколегированных сталей?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-5 (код индикатора ОПК-5.1)**

1. Области применения углеродистых низколегированных сталей?
2. Каким образом обеспечивается хладноломкость в деталях машин?
3. От чего зависит теплостойкость прессформ литья металлов под давлением?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-5 (код индикатора ОПК-5.2)**

1. Как обеспечить жаропрочность деталей реактивного двигателя?
2. Наибольшей прочностью из всех структурных составляющих стали обладает мартенсит. Объясните механизм вторичного твердения.
3. На какие группы делят входные переменные?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-5 (код индикатора ОПК-5.3)**

1. Что определяют выходные переменные?
2. Чем аналитические модели отличаются от эмпирических?
3. Что первично: построение модели или моделирование?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (код индикатора ОПК-6.1)**

1. Основная идея метода наименьших квадратов и его применение для сглаживания исходных данных.
2. Какова основная цель использования прогностических моделей?
3. Как называют модель, с помощью которой успешно достигается поставленная цель?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (код индикатора ОПК-6.2)**

1. К какому типу моделей относятся графики и номограммы?
2. Есть ли разница между построением модели и процессом моделирования?
3. Какие методы нахождения решений являются приближенными?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (код индикатора ОПК-6.3)**

1. Что такое интеллектуальная собственность?
2. Что такое изобретение?
3. Что относится к проблемной ситуации изобретательской задачи?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-7 (код индикатора ОПК-7.1)**

1. Чем определяются взаимоотношения авторов изобретения, не являющихся патентообладателями?
2. Что удостоверяет патент?
3. Какие основные факторы характеризуют процесс принятия решений?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-7 (код индикатора ОПК-7.2)**

1. По какому критерию оценивается исход операции?
2. Какие задачи теории принятия решений относятся к векторным?
3. От каких факторов зависит величина критерия оптимальности в однокритериальных задачах теории принятия решений?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-7 (код индикатора ОПК-7.3)**

1. Каким образом формулируется однокритериальная задача теории принятия решений?
2. Чем ограничивают разбиение системы на составляющие ее части при проведении моделирования ?
3. С помощью какого типа переменных можно управлять поведением объекта моделирования?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-8 (код индикатора ОПК-8.1)**

1. Какие информационные технологии называются традиционными?
2. Назовите недостатки традиционного чтения. Как их можно устранить?
3. Что такое рациональное слушание?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-8 (код индикатора ОПК-8.2)**

1. Что относится к аппаратным и программным средствам обработки текстовой информации?
2. Опишите технологию создания и форматирования текста с помощью текстового процессора Word.
3. Какие известны средства обработки числовой информации?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ОПК-8 (код индикатора ОПК-8.3)**

1. Приведите классификацию информационных моделей.
2. Расскажите о различных способах обработки информации.
3. Какие виды компьютерных сетей вам известны?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-1 (код индикатора ПК-1.1)**

1. Какие бывают основные типы натуральных моделей?
2. Назовите основной признак, определяющий сходство между моделью и действительностью?
3. Чем прогностические модели отличаются от моделей других классов?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-1 (код индикатора ПК-1.2)**

1. Какие задачи теории принятия решения являются альтернативой детерминированных задач?
2. Чем отличаются задачи принятия решений при риске и в условиях неопределенности?
3. Для каких задач принятия решений могут быть реализованы только вычислительные схемы?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-1 (код индикатора ПК-1.3)**

1. Что собой представляют задачи квадратичного программирования?
2. Как называется определение значений целевой функции и переменных в одной вершине симплекс-методе?
3. В каких случаях применяют эквидистантные планы?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-2 (код индикатора ПК-2.1)**

1. Предложить критерий сравнения точности прогноза на разных периодах упреждения и сделать заключение о целесообразности проведения долгосрочных прогнозов.
2. К какому принципу создания новых материалов относится коррекция функциональных характеристик за счет легирования или создания композитов.
3. Какой из перечисленных методов является основным промышленным методом производства тугоплавких нанокристаллов?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-2 (код индикатора ПК-2.2)**

1. Какой процесс применяется для получения листового полированного стекла?
2. Какой метод синтеза нанокристаллов позволяет получать кристалл заданной кристаллографической ориентации?
3. Какие существуют методы получения аморфных металлических сплавов?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-2 (код индикатора ПК-2.3)**

1. На что оказывает сильное влияние ближний порядок расположения атомов в аморфных металлических сплавах?
2. Какой тип стекол получают склеиванием обычного стекла с промежуточным слоем эластичного органического полимера?
3. Какой металл становится хрупким при введении даже небольшого количества примесей?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-3 (код индикатора ПК-3.1)**

1. Сколько стадий термообработки осуществляется при производстве ситаллов?
2. Какие пленки характеризуются объемными процессами и сходны с керамическими или монокристаллическими материалами?
3. Какой метод нанесения пленок обеспечивает эффективную ионную очистку изделий перед нанесением покрытий?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-3 (код индикатора ПК-3.2)**

1. Использованием сплавов с каким металлом преодолеваются главные недостатки бериллия – низкая ударная вязкость и хладноломкость?
2. Какой метод синтеза нанокристаллов позволяет получать кристалл заданной кристаллографической ориентации?
3. Какой легирующий элемент повышает стабильность поверхности титана, увеличивая жаростойкость при высоких температурах?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-3 (код индикатора ПК-3.3)**

1. Какие сплавы титана имеют структуру однофазного твердого раствора и не упрочняются термической обработкой?
2. В какие композиционные материалы искусственно вводят мелкие, равномерно распределенные тугоплавкие частицы карбидов, оксидов, нитридов и др., не взаимодействующие с матрицей и не растворяющиеся в ней вплоть до температуры плавления фаз?
3. Можно ли использовать аморфные металлические материалы в качестве диффузных барьеров?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-4 (код индикатора ПК-4.1)**

1. Какой из перечисленных методов является основным промышленным методом производства тугоплавких нанокристаллов?
2. Чем объясняется меньшая возможность образования закалочных трещин при применении масла в качестве закалочной среды?
3. Пружины из стали с 1 % С, навиваемые из серебрянки в холодном состоянии имеют повышенную хрупкость. Методы устранения?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-4 (код индикатора ПК-4.2)**

1. При какой температуре при нагреве ТВЧ глубина проникновения тока в сталь меняется скачком?
2. Какие изменения в технологическом процессе позволят предупредить возникновение «темной составляющей» в цементационном слое стальной детали?
3. Какое оборудование применяют для очистки поверхности шариков после закалки?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-4 (код индикатора ПК-4.3)**

1. Что определяет закалочную способность минерального масла?

2. Какой состав ванны Вы примените для охлаждения быстрорежущей стали Р18 при ступенчатой закалке?
3. При закалке в какой охлаждающей среде можно удалить окисную пленку с поверхности детали?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-5 (код индикатора ПК-5.1)**

1. С какой целью применяется обработка холодом деталей подшипников качения, изготовленных из стали ШХ15?
2. Какой адсорбент нашел широкое распространение при очистке контролируемых атмосфер от влаги?
3. По каким свойствам выбирают марку стали для прессформ литья металлов под давлением?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-5 (код индикатора ПК-5.2)**

1. В каких сталях используют интерметаллидное упрочнение?
2. Какие механизмы упрочнения реализуются в мартенситно-старееющих сталях?
3. Какова природа сочетания высокой прочности и пластичности ПНП-сталей?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-5 (код индикатора ПК-5.3)**

1. Какие положительные эффекты достигаются при обработке стали холодом?
2. Чем объясняется меньшая возможность образования закалочных трещин при применении масла в качестве закалочной среды?
3. Какую минимальную температуру можно получить с помощью двухкаскадной холодильной машины, работающей на фреоне 13?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-6 (код индикатора ПК-6.1)**

1. Протяжки из стали марки Р12МФ5-МП. Мех. свойства:  $\sigma_{изг} = 2400... 2800$  МПа; HRC 65... 67; красностойкость 630 °С. Какой вид термической обработки Вы назначите?
2. Деталь из хромоникелевой стали после закалки и высокого отпуска имеет пониженную вязкость. Методы устранения?
3. Инструмент из хромокремнистой стали после нагрева в электропечи в атмосфере воздуха и последующей закалки в воде имеет пониженную твердость. Причина выгорания углерода?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-6 (код индикатора ПК-6.2)**

1. Чем определяется объём правовой охраны, предоставляемой патентом на изобретение и свидетельством на полезную модель?
2. Какие, по Вашему мнению, структурные элементы включает в себя любая изобретательская задача?
3. Что предусматривает анализ новизны изобретения?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-6 (код индикатора ПК-6.3)**

1. Какой охранный документ выдается на полезную модель?
2. Каковы критерии патентоспособности промышленного образца?
3. Понятие интеллектуальной собственности и этапы развития. Интеллектуальная собственность как объект правовой охраны. Виды интеллектуальной собственности

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-7 (код индикатора ПК-7.1)**

1. Промышленная интеллектуальная собственность, защищаемая патентным правом
2. Международная и региональные патентные системы, их особенности
3. Основные институты права интеллектуальной собственности

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-7 (код индикатора ПК-7.2)**

1. Критерии патентоспособности изобретения: новизна, изобретательский уровень, промышленная применимость
2. Назовите наиболее характерные физико-механические свойства материалов с высокой удельной прочностью, используемых в машиностроении в качестве конструкционных.
3. Для изготовления деталей какого назначения применяют мартенситно-старяющие стали?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-7 (код индикатора ПК-7.3)**

1. Какие жаропрочные аустенитные стали применяют для деталей работающих при температуре не выше 600 °С?
2. Жаростойкие (окалиностойкие) стали применяют для изготовления изделий, работающих при каких температурах?



3. В каких сталях используют интерметаллидное упрочнение?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-8 (код индикатора ПК-8.1)**

1. Какого типа напряжения возникают в упрочненном слое после поверхностной закалки ТВЧ?
2. В какой стали цементационный слой будет больше при одинаковых режимах насыщения?
3. Какое должно быть оптимальное содержание азота в слое стальной детали после нитроцементации?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-8 (код индикатора ПК-8.2)**

1. Какие изменения в технологическом процессе позволят предупредить возникновение «темной составляющей» в цементационном слое стальной детали?
2. При какой температуре при нагреве ТВЧ глубина проникновения тока в сталь меняется скачком?
3. Влияет ли величина зерна и гетерогенность сплавов на коррозионную стойкость, и если влияет, то как?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-8 (код индикатора ПК-8.3)**

1. Как влияет повышение пористости покрытий на коррозионную стойкость при повышенных температурах?
2. Что представляют собой катодные стимуляторы электрохимической коррозии?
3. Каким видом термической обработки можно одновременно повысить прочность и вязкость улучшаемой стали?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-9 (код индикатора ПК-9.1)**

1. Какие стали применяют для пружин эксплуатируемых в растворах минеральных кислот или щелочей?
2. Для каких географических условий и в какие времена года следует ожидать наибольшего числа аварий механизмов, работающих в полевых условиях?
3. Чем объясняется, что склонность к межкристаллитной коррозии стали X25T меньше, чем у стали X25?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-9 (код индикатора ПК-9.2)**

1. Сформулируйте физическую сущность тепловых эффектов химических реакций.

2. Условия роста пористой и сплошной защитной пленки
3. Как классифицируется пленка на металлах, если она имеет толщину 800 ангстрем?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-9 (код индикатора ПК-9.3)**

1. Методы измерений и методики измерений. Основные понятия, примеры
2. Кто предложил методику построения систем единиц как совокупность основных и производных единиц?
3. При записи результатов измерений обычно указывают степень доверия к результату в виде доверительной вероятности  $P$  или уровня значимости  $\alpha$ . Какое соотношение между этими величинами?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-10 (код индикатора ПК-10.1)**

1. Что является объектом деятельности прикладной статистики?
2. Какая связь между метрологией, стандартизацией и сертификацией?
3. В честь кого названа производная единица модулей упругости в системе SI?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-10 (код индикатора ПК-10.2)**

1. Какая система единиц действует на территории Российской Федерации?
2. Что первично: «сертификат» или «сертификация»?
3. Стандартные образцы состава. Что произойдет, если они, вдруг, исчезнут?

**Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-10 (код индикатора ПК-10.3)**

1. Укажите правильную форму записи результатов измерения твердости по Виккерсу.
2. На что влияет охлаждение струями жидкости с помощью душирующего приспособления?
3. Охарактеризуйте вопросы экологии при применении соляных печей-ванн для закалки деталей из быстрорежущей стали.

**4.7 Описание материально-технической базы, необходимой для проведения защиты выпускной квалификационной работы**

Для проведения защиты выпускной квалификационной работы требуется аудитория оснащенная ноутбуком, видеопроектором, настенным экраном.

#### **4.8 Перечень рекомендуемой литературы для выполнения и подготовки к защите выпускной квалификационной работы**

1. Материаловедение : учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов [и др.] ; под общ. ред. : Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина .— 7-е изд., стер .— М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2005 .— 648 с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-7038-1860-5 — 4 экз.
2. Розин К.М. Практическая кристаллография : учебное пособие для вузов — М. : МИСИС, 2005.- 488с. :ил.- (Металлургия материаловедение XXI века) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-87623-1160 — 12 экз.
3. Троицкий И.В. Физическая кристаллография: учебное пособие для вузов / И. В. Троицкий ; под ред. А. Е. Гвоздева; Тул перераб. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2009 .— 322 с.—Библиогр.: с. 303-305 .— ISBN 978-5-7679-1401-2 — 10 экз.
4. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165> (дата обращения: 21.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Гончаренко, И.А. Основы технологии термической обработки стали: учебное пособие для вузов/ В.И. Золотухин, А.Е. Гвоздев. — Тула, 2006. — 326 с. — ISBN 5-7679-0275-5. +11экз.
6. Основы технологии и прогрессивные методы термической обработки: учебное пособие для вузов/ И.А.Гончаренко. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. — 200 с. — ISBN 978-5-76-79-1858-4. +10экз.
7. Выбор материала для деталей машин. / И.В.Тихонова и др.; под ред. Е.М. Гринберга. - Тула: Тул. гос. ун-т, 2009. — 99 с — ISBN 978-5-7679-1697-9.+27экз.
8. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / И.А. Иванов, С.В. Урушев, Д.П. Кононов [и др.] ; под редакцией И.А. Иванова, С.В. Урушева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-3309-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113911> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / Я.М. Радкевич. — Москва : Горная книга, 2003. — 788 с. — ISBN 5-7418-0201-X. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3219> . — Режим доступа: для авториз. пользователей
10. Радкевич Л.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для бакалавров/ - 5-е изд.- М.: Юрайт, 2013. - 814 с. - ISBN 978-5-9916-2792-4.
11. Материаловедение: научно-технический журнал М., 2014 — Основан в 1997 г. - Выходит ежемесячно.- ISSN 1684-579X. <http://www.nait.ru/journals/index.php?p=journal—id=2> — journal — id=2  
Режим доступа: [http://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp). - elibrary.ru со всех компьютеров библиотеки ТулГУ, по паролю
12. Физика металлов и материаловедение: [журнал]/учредитель РАН, Отделение общей физики и астрономии РАН, Уральское отделение РАН. - М., 2014 - . Основан в1955 г. - Выходит ежемесячно. - ISSN 0015 — 3230. <http://www.maik.ru/cgi—bin/list.p/?page=fizmet>  
Режим доступа: [http://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp). - elibrary.ru со всех компьютеров библиотеки ТулГУ, по паролю
13. Вопросы материаловедения: научно-технический журнал. - М.: Новые технологии, 2014. - ISSN 1994 — 6716. <http://www.crisim> — [prometey.ru/Rus/editions/](http://prometey.ru/Rus/editions/)  
Режим доступа: [http://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp). - elibrary.ru со всех компьютеров библиотеки ТулГУ, по паролю

#### **4.9 Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для выполнения и подготовки к защите выпускной квалификационной работы**

1. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. С экрана
2. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- .- Загл. с экрана
3. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.
4. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/> ,свободный.- Загл. с экрана.
5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://window.edu.ru.> - Загл. с экрана.

#### **4.10 Перечень информационных технологий, необходимых для выполнения и защиты выпускной квалификационной работы**

##### **4.10.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint.
4. Пакет офисных приложений «МойОфис».

##### **4.10.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.
2. [www.nnsteel.ru](http://www.nnsteel.ru)
3. База данных микроструктур металлов и сплавов «Микроструктура» // Режим доступа <http://microstructure.ru/> //, свободный. – Загл. с экрана.
4. База данных материалов <https://www.totalmateria.com>