

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Методология выбора материалов и технологий в промышленности

Код модуля
1147568(2)

Модуль
Методология выбора материалов и технологий в
промышленности

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1 | Кузнецов Виктор Павлович | доктор технических наук, доцент | Профессор | термообработки и физики металлов |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- Кузнецов Виктор Павлович, Профессор, термообработки и физики металлов

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Методология выбора материалов и технологий в промышленности**

| | | | |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 4 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Практические/семинарские занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Зачет | |
| 4. | Текущая аттестация | Контрольная работа | 1 |
| | | Домашняя работа | 1 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Методология выбора материалов и технологий в промышленности**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| ОПК-7 -Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации (Материаловедение и технология | Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей З-3 - Перечислить принципы и возможные ролевые модели управления командой инженерного проекта П-1 - Освоить практики построения и применения | Зачет Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия |

| | | |
|---|--|--|
| <p>конструкционных материалов)</p> | <p>имитационных моделей в процессе проектирования П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации) П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> | |
| <p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p> | <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общинженерных наук З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общинженерных наук, применимых для формулирования и решения</p> | <p>Зачет Лекции Практические/семинарские занятия</p> |

| | | |
|--|---|-------------------------|
| | <p>задач проблемной области знания</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> | |
| <p>ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> | <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p> <p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> | <p>Зачет Лекции</p> |

| | | |
|---|---|--|
| | <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> | |
| <p>УК-1 -Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий, в том числе в цифровой среде</p> | <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p> <p>З-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций</p> <p>З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций</p> <p>П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>П-2 - Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде</p> <p>У-1 - Выявлять проблемные ситуации, используя методы системного подхода и критического анализа</p> | <p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>У-3 - Анализировать проблемную ситуацию, выявлять и определять способы ее разрешения</p> | |
| <p>ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта</p> | <p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> | <p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> |
| <p>ПК-1 -Способен создавать новые</p> | <p>З-5 - Изложить принципы, методы и способы создания</p> | <p>Домашняя работа</p> <p>Зачет</p> |

| | | |
|--|--|--|
| <p>конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> | <p>новых конструкционных материалов и изделий из них. З-6 - Привести примеры экологических последствий применения основных и вспомогательных материалов и рисков их нерационального расходования П-3 - Разрабатывать предложения по созданию новых конструкционных материалов и изделий из них на основе анализа экологических последствий их применения и оптимизации расходования основных и вспомогательных материалов.</p> | <p>Контрольная работа Практические/семинарские занятия</p> |
|--|--|--|

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| <p>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.3</p> | | |
| <p>Текущая аттестация на лекциях</p> | <p>Сроки – семестр, учебная неделя</p> | <p>Максимальная оценка в баллах</p> |
| <p><i>домашняя работа</i></p> | <p>1,6</p> | <p>100</p> |
| <p>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</p> | | |
| <p>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</p> | | |
| <p>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.7</p> | | |
| <p>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</p> | <p>Сроки – семестр, учебная неделя</p> | <p>Максимальная оценка в баллах</p> |
| <p><i>контрольная работа</i></p> | <p>1,10</p> | <p>100</p> |
| <p>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</p> | | |
| <p>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</p> | | |
| <p>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</p> | | |

| | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено | | |

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

| | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено | | |

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам |
|---------------------|--|
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для |

| | |
|-------------------|--|
| | продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |
| Другие результаты | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) | | | | |
|--|--|--|------------|------------------------------------|
| № п/п | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание) | Шкала оценивания | | |
| | | Традиционная характеристика уровня | | Качественная характеристика уровня |
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо (60-79 баллов) | | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно (40-59 баллов) | | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | | Нет результата |

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Выбор российских аналогов зарубежных марок сталей и сплавов для импортозамещения материала фланцевого крепежа
2. Выбор материала и технологий изготовления шатуна двигателя внутреннего сгорания повышенной мощности
3. Выбор материала инструмента и расчет режимов технологии фрикционного поверхностного упрочнения деталей из конструкционных сталей
4. Выбор аддитивной технологии производства остеointегрируемых медицинских имплантатов

Примерные задания

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

На основе данных отечественных и зарубежных стандартов и справочной литературы подобрать отечественные аналоги сталей для производства шпилек типоразмера М20 для фланцевого крепежа:

A193 B5; A317ELC; HASTELLOY C276;
A304; A420; A347;
AISI 420; AISI 1513; AISI 5135;
A453 Gr 660B; ALLOY 20; A582 Gr 303;
A453 Gr 660B; A316; INCONEL 600;
X20CrNi172 (1.4057); 25XMo4 (1.7218); 24CrMoV5.5;
A303; AISI 321; AISI 5140;
A193 Gr B16; A440C; INCONEL

На основе данных отечественных и зарубежных стандартов и справочной литературы подобрать отечественные аналоги сталей для производства гаек типоразмера М20 для фланцевого крепежа:

A194 8A; A304; HASTELLOY C1;
A316; A410; ALLOY 20;
A320 B8; A194 Gr 7M; A194 2H;
A309; A317 ELC; A286;
DIN C35; DIN 25XMo4; DIN 41 Gr4;
34Cr4; X12CrNiTi18.9 (1.7220); 34CrMo4 (1.7220);
A194 Gr 8M; A310; A416;
A105; A305 LF2(LF5); F182 Gr F5 (501).

Требования к содержанию отчета:

- проанализировать технические требования к крепежным изделиям;
- привести индивидуальное задание на практическую работу и описать области применения импортозамещаемого материала фланцевого крепежа;
- описать технические условия к шпилькам и гайкам из импортозамещаемого материала на

основе стандартов ASTM SA-193/SA-193M, SA-194/SA-194M, DIN и других;

- привести требования к термообработке заданного импортозамещаемого материала;
- выбрать российский аналог материала на основе сравнения химического состава, механических и эксплуатационных свойств;
- в случае невозможности подбора российского аналога предложить варианты решения проблемы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Проанализировать условия работы и требования, предъявляемые к материалу шатуна. На основе метода весовых коэффициентов выбрать материал для изготовления шатуна. Обосновать режимы термической обработки выбранного материала.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Выбрать деталь, поверхность которой требует упрочнения фрикционной поверхностной обработкой.

Обосновать материал инструмента и режимы фрикционного поверхностного упрочнения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

На основе предложенных материалов (сталь 316L, Ti6Al4V, BT1-0, Ti6Al17Nb, Ti-45Nb) выбрать аддитивную технологию производства ортопедических имплантатов для остеointegrации из следующего списка:

- SLS - селективное лазерное спекание;
- EBM - электронно-лучевое плавление;
- SLM - селективное лазерное плавление;
- DMLS - прямое лазерное спекание материалов.

Обосновать выбор, используя следующие характеристики 3D принтеров и требования к имплантатам: минимальный размер зоны построения, мм; производительность 3D принтера, см³/час; минимальный шаг построения, мкм; погрешность размер, мкм; среднее арифметическое отклонение профиля поверхности имплантата Ra, мкм; пористость, %.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Выбор материала для производства остеointегрируемых медицинских имплантатов методом весовых коэффициентов

Примерные задания

С применением метода весовых коэффициентов обосновать выбор материала для производства остеointегрируемых ортопедических имплантатов. Свойства материалов приведены в таблице.

Свойства материалов ортопедических имплантатов для остеointеграции

| Материал | Модуль упругости E , ГПа | Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа | Плотность ρ , кг/м ³ | Индекс биосовместимости | Предел выносливости при $n = 10^7$ циклах $\sigma_{-0,1}$, МПа | Предел прочности σ_B , МПа |
|----------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|-----------------------------------|
| Сталь 316L | 200 | 170 | 7900 | 3 | 290 | 485 |
| Ti6Al4V | 100 | 1010 | 4450 | 5 | 410 | 1100 |
| BT1-0 | 100 | 960 | 4505 | 4 | 294 | 1160 |
| Ti6Al7Nb (UFG) | 105 | 900 | 4520 | 4 | 450...680 | 1000 |
| Ti-45Nb | 59 | 620 | 5700 | 4 | 310 | 1150 |

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Выбор материала и технологии изготовления промышленных и медицинских ножей на основе метода весовых коэффициентов

Примерные задания

На основе метода весовых коэффициентов подобрать материал и технологию изготовления ножей для следующих применений:

- хирургические ножи и скальпели;
- гильотинные ножи;
- высечные и вырубные ножи;
- боевые ножи (мечи, сабли, шпаги);
- охотничьи ножи;
- кухонные ножи;
- туристические ножи и топоры;
- складные ножи;
- ножницы по металлу;
- ножи для рубанков и фуганков;
- опасные и безопасные бритвы.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Виды, хронология создания и основные свойства инженерных (конструкционных) материалов.
2. Физические свойства материалов.
3. Механические свойства и структура материалов. Показать взаимосвязь физических, механических и структурных свойств.

4. Технологические свойства и основные технологии обработки материалов.
 5. Классификация эксплуатационных свойств материалов по виду внешних воздействий.
 6. Влияние химического состава на свойства сталей и сплавов.
 7. Виды износа и трибологические требования к выбору материалов для деталей трибосопряжений. Привести примеры.
 8. Основные количественные параметры жаропрочности и жаростойкости.
 9. Этапы и критерии выбора материала и технологии производства деталей машин и оборудования.
 10. Характеристическое уравнение Эшби для решения задачи определения массо-габаритных параметров и стоимости деталей на основе индекса материала.
 11. Алгоритм решения задачи определения оптимальной массы цилиндрической детали при заданной растягивающей нагрузке.
 12. Алгоритм решения задачи определения оптимальной массы цилиндрической детали при заданной изгибающей нагрузке.
 13. Структуризация требований к свойствам при выборе материала изделий методом весовых коэффициентов. Привести пример.
 14. Методика выбора материалов методов весовых коэффициентов на основе попарного сравнения значимых свойств и расчета индекса применимости.
 15. Выбор технологии обработки материалов с применением метода весовых коэффициентов. Привести пример.
 16. Последовательность решения задачи выбора российских аналогов при импортозамещении материалов фланцевого крепежа (гаек и шпилек), изготовленных по стандартам ASTM.
 17. Маршрутная технология изготовления гаек фланцевого крепежа из калиброванного или горячекатанного проката и штамповок.
 18. Маршрутная технология изготовления шпилек фланцевого крепежа из калиброванного и горячекатанного проката.
 19. Сравнительный анализ различных видов аддитивных технологий.
 20. Принципы упрочнения материалов фрикционной поверхностной обработкой.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.