

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ¹
по дисциплине

«Функциональностоимостной анализ»

Направление подготовки	<i>15.04.01 Машиностроение</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Оборудование и технологии сварочного производства</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра ТСМП - Технология сварочного и металлургического производства имени В.И. Муравьева</i>

Разработчик ФОС:

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании
кафедры, протокол № 2 от «01» марта 2023 г.

Заведующий кафедрой _____ Бахматов П.В.

¹ В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные		
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1 Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений; методы критического анализа; основные принципы критического анализа</p> <p>УК-1.2 Умеет получать новые знания на основе методов научного познания; собирать и анализировать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта</p> <p>УК-1.3 Владеет навыками исследования в сфере профессиональной деятельности с применением системного подхода; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования и высказывания аргументированных оценочных суждений при решении проблемных профессиональных ситуаций</p>	<p><i>Знать:</i> методы критического анализа</p> <p><i>Уметь:</i> работать с поисковыми системами на основе данных</p> <p><i>Владеть:</i> способами формулирования собственного мнения на основе полученных результатов</p>
Общепрофессиональные		
ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса	<p>ОПК-2.1 Знает критерии годности технической документации к реализации технологического процесса</p> <p>ОПК-2.2 Умеет применять спектр нормативной и справочной литературы для системного анализа технической документации при реализации технологического процесса</p> <p>ОПК-2.3 Владеет навыками осуществления экспертизы технической документации при реализации технологического</p>	<p><i>Знать</i> законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по стандартизации и оценке соответствия в машиностроении</p> <p><i>Уметь</i> планировать и проводить работы по стандартизации и оценке соответствия в машиностроении</p> <p><i>Владеть</i> навыками разработки нормативных документов применяемых при стандартизации и оценке соответствия в машиностроении</p>

	процесса	
ОПК-7 Способен проводить маркетинговые исследования и подготавливать бизнес-планы выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения	ОПК-7.1 Знает инструментарий и подходы к проведению маркетинговых исследований, а также создания бизнес-плана выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения ОПК-7.2 Умеет проводить маркетинговые исследования и подготавливать бизнес-планы выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения ОПК-7.3 Владеет навыками проведения маркетинговых исследований и подготовки бизнес-плана выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения	<i>Знать:</i> структуру составления бизнес-плана проекта <i>Уметь:</i> оценивать спрос и предложение на существующем рынке и в перспективе <i>Владеть:</i> методиками проведения маркетинговых исследований и их подробного анализа

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1. Элементы системного анализа. Структурно-функциональное содержание ФСА	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3	Практическая работа	Демонстрация навыков применения научных методов исследований
	ОПК-2.3 ОПК-7.1 ОПК-7.2	Контрольная работа	Методики выбора методики исследования
Раздел 2. Практика проведения ФСА	УК-1.2 УК-1.3 ОПК-2.2	Практическая работа	Знание основных видов исследований
	ОПК-2.3 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Контрольная работа	Демонстрация навыков разработки методики исследования
Все разделы	УК-1 ОПК-2 ОПК-7	Теоретические вопросы	Правильность и полнота ответа

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,

навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<i>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</i>				
1	Практическая работа	В течение семестра	5 баллов (за каждую из 5 практических работ)	<p>5 баллов - студент правильно выполнил практическую работу. Показал отличный уровень знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>4 балла - студент выполнил практическую работу с небольшими неточностями. Показал хороший уровень знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>3 балла - студент выполнил практическую работу с существенными неточностями. Показал удовлетворительный уровень знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>2 балла - при выполнении практическую работу студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов – задание не выполнено.</p>
	Контрольная работа	В течение семестра	5 баллов	<p>5 баллов - студент в полном объеме раскрыл тему контрольной работы. Показал отличные знания в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>4 балла - студент выполнил контрольную работу с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>3 балла - студент выполнил контрольную работу с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>2 балла - при выполнении контрольной работы студент проде-</p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				монстрировал недостаточный уровень знаний. 0 баллов – задание не выполнено
	Теоретические вопросы	В течение семестра	40 баллов	Ответ на каждый из двух вопросов без ошибок - 20 баллов; - в ответе на каждый из двух вопросов допущено не более двух неточностей или одной грубой ошибки – 16 баллов; - в ответе на каждый из двух вопросов допущено не более трех-четырех неточностей или двух грубых ошибок – 12 баллов; - в ответе на каждый из двух вопросов допущено более трёх ошибок – за ответ на данный вопрос баллы не насчитываются
ИТОГО:		-	70 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: Максимальный балл текущего контроля составляет 70 баллов; максимальный итоговый рейтинг – 70 баллов. Оценке «отлично» соответствует 65-70 баллов; «хорошо» – 58-69; «удовлетворительно» – 40-57; менее 40 – «неудовлетворительно»</p>				

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Задания на практические работы

Практическая работа №1

Тема: Функциональный анализ. Стоимостный анализ. Генетический анализ

1. Определить главную полезную функцию рассматриваемого объекта:

- предложить первоначальную формулировку функции объекта, которая представляется правильной;

- проверить возможность самостоятельного выполнения объектом сформулированной функции (критерием подтверждения такой возможности является наличие в объекте хотя бы одного элемента, участвующего в выполнении функции);

- дать уточненную формулировку функции, используя вопросы: «зачем выполняется эта функция?» (если элемент по п. 2 выявлен); «каким образом выполняется эта функция?» (если такой элемент не выявлен). Если предварительная формулировка окажется неточной, процедуры по пунктам 2 и 3 повторяются до нахождения уточненной формулировки, которая отразит наличие в анализируемом объекте хотя бы одного элемента, выполняющего эту функцию.

2. Провести ранжирование функций целесообразно производить лишь относительно глав-

ной (Г) функции объекта с соблюдением следующих условий:

- функции, объекты которых совпадают с объектом главной функции, получают ранг основных (О);
- функции, объектами которых являются носители основных функций, считаются вспомогательными функциями первого ранга (В I);
- функции, объектами которых определены носители функций В I, относятся к вспомогательным функциям второго ранга (В II). Последующее ранжирование функций осуществляется по такому же принципу.

3. Провести стоимостной анализ (анализа затрат):

- определить стоимость функции;
- установить соответствия между затратами и функциональными показателями объекта;
- выявить зоны сосредоточения затрат, в том числе по отдельным экономическим критериям: материалоемкости, трудоемкости, фондоемкости и т. д.;
- определить совокупные затраты на функционирование объекта на всех стадиях жизненного цикла;
- выбрать решения, реализующие функции с наименьшими затратами

4. Провести генетический анализ, т.е. исследовать объект на его соответствие законам развития технических систем

Практическая работа №2

Тема: Структурный анализ. Ресурсный анализ. Причинно-следственная диаграмма

1. Провести структурный анализ, который определяет взаимодействия (связи) между компонентами объекта. Построить структурную модель объекта.
2. Провести ресурсный анализ, определить любые незадействованные возможности для дальнейшего развития анализируемой системы.
3. Построить причинно-следственную диаграмму (диаграмму Исикавы)
4. Построить диаграмму Парето

Практическая работа №3

Тема: ФСА изделия.

1. Выполнить элементы аналитического и творческого этапа ФСА на примере выбранного изделия с целью получить реальный эффект

Практическая работа №4

Тема: Экспресс-ФСА технологических процессов

- 1.. Основная задача любого производства и отдельных его этапов состоит в получении и увеличении прибыли. Прибыль может быть получена за счет сокращения материалоемкости продукции, повышения производительности труда, снижения энергозатрат и, наконец, за счет повышения качества продукции. Все четыре направления существуют на любом промышленном предприятии независимо от его профиля. Именно по этим направлениям следует производить анализ технологических процессов.
2. Весь технологический процесс расчленяется на отдельные операции, каждая из которых выполняет определенную функцию –Ф1, Ф2, Ф3 и т. д. Примером наиболее грубой разбивки технологического процесса может служить его дифференциация по четырем основным составляющим: транспортные операции, сборка, главный техпроцесс (обработка резанием, штамповка, сварки и т. п.), контроль качества продукции.
3. По трем затратным направлениям провести предварительный анализ (отдельно для каждого направления) с целью выявления наиболее трудоемких, материало- и энергоемких технологических операций (функций) и построением графиков Парето.
4. Проанализировать построенные графики и выделить технологические операции наиболее перспективные для улучшения.
5. Перечислить нежелательные эффекты, возникающие на разных стадиях технологиче-

ского процесса. К нежелательным эффектам следует отнести все производственные факторы, которые прямо или косвенно влияют на стоимость продукции и ее качество: стоимость и расход основных и вспомогательных материалов, длительность производственного цикла, механизация и автоматизация процессов, удобство обслуживания, возможность отказа оборудования, необходимость в плановых ремонтах, наличие исправительных операций и т. д.

6. Сопоставить результаты, полученные в пунктах 4 и 5; произвести ранжирование технологических операций (и функций) с позиций возможности получения максимального экономического эффекта.

7. Выявить технические и физические противоречия, возникающие при выполнении этих операций (функций). Устранить противоречия, используя методики ТРИЗ

Практическая работа №5

Тема: Выявление и прогнозирование вредных и нежелательных явлений. Диверсионный подход

1. Провести функциональный анализ системы: выявить функции полезные (основные, второстепенные, вспомогательные) и вредные (факторы расплаты). Рассмотреть возможность прямого снижения идеальности системы путем уменьшения полезных функций и увеличения факторов расплаты, в том числе введения новых вредных функций.

2. Определить вредные явления, типовые (характерные) для систем данного и близкого к данному вида, возможность и условия их реализации.

3. Рассмотреть типовые способы вредных воздействий на человека, технические и природные системы, определить условия и возможности их реализации.

4. Рассмотреть типовые результаты вредных воздействий на человека, другие системы, определить возможности и условия их реализации.

Контрольная работа

Контрольная работа выполняется по способам сварки и родственным ей технологиям и процессам, являющимся объектом диссертационного исследования магистранта.

Примеры возможных тематик представлены в таблице .

Таблица. Варианты тематики реферата

Номер	Способ сварки	Примечание
1	Сварка трением с перемешиванием	Нержавеющие стали, титановые и алюминиевые сплавы
2	Лазерная сварка	
3	Сварка трубопроводных систем летательных аппаратов	
4	Аргонодуговая сварка (TIG)	
5	Газо-лазерный раскрой	
6	Плазменная сварка	
7	Электронно-лучевая сварка титановые сплавы авиационного назначения	Материал по выбору студента
8	Сварка в космосе	Материал по выбору студента
9	Сварка в медицине	Как применительно к биологическим тканям, так и к медицинскому инструменту
10	Сварка трудных досок	Теплообменные аппараты нефтехимического, химического производства, пище-

		вой промышленности
11	Сварка в защитных газах (MIG/MAG)	Материал по выбору студента
12	Электродуговая металлизация	
13	Порошковое напыление	
14	Производство сварочной проволоки	
15	Сварка под слоем флюса	

Студент в праве самостоятельно определить и другие виды сварки для рассмотрения (после согласования с преподавателем).

В контрольной работе необходимо рассмотреть физическую сущность способа сварки, схемы проведения процесса, режимы и сварочные материалы, сварочное оборудование. Провести функционально-стоимостной анализ изделия/технологического процесса, рассматриваемого в диссертационном исследовании. Внести предложения по усовершенствованию изделия/технологического процесса.

Содержание контрольной работы:

1. Формулирование обращенной задачи

1.1. Записать условия исходной задачи по схеме: «Дана система... (указать, техническая или природная) для... (указать основную функцию и общепринятое название).

Необходимо найти и устранить возможность появления вредных, нежелательных эффектов и явлений, связанных с данной системой».

1.2. Превратить исследовательскую задачу в изобретательскую («диверсионную»), изменив основное требование по схеме: «Дана система... (указать, техническая или природная) для... (указать основную функцию и общепринятое название). Необходимо создать максимально возможное количество вредных эффектов, явлений, связанных с данной системой».

2. Поиск известных способов создания вредных явлений

2.1. Выполнить рисунок (схему) системы. Назвать элементы, обозначенные на рисунке (схеме), без специальных терминов; описать связь элементов системы в статике и ее функционирование. Перечислить все системы, с которыми анализируемая система взаимодействует, в том числе окружающую среду, надсистемы, в которые она входит.

2.2. Выписать основные параметры нормального режима функционирования системы, выявить вредные явления, которые могут нарушить систему либо возникнуть при нарушении ее нормального функционирования с помощью оператора числовой оси. При выявлении первых вредных явлений начать построение диаграмм Исикавы

2.3. Провести функциональный анализ системы: выявить функции полезные (основные, второстепенные, вспомогательные) и вредные (факторы расплаты). Рассмотреть возможность прямого снижения идеальности системы путем уменьшения полезных функций и увеличения факторов расплаты, в том числе введения новых вредных функций.

2.4. Определить вредные явления, типовые (характерные) для систем данного и близкого к данному вида, возможность и условия их реализации.

2.5. Рассмотреть типовые способы вредных воздействий на человека, технические и природные системы, определить условия и возможности их реализации.

2.6. Рассмотреть типовые результаты вредных воздействий на человека, другие системы, определить возможности и условия их реализации.

3. Паспортизация и использование ресурсов

3.1. Определить типовые опасные зоны (болевые точки и уязвимые места) системы, возможность возникновения в этих зонах вредных явлений и условий их реализации.

3.2. Рассмотреть ресурсы системы, выявить из них те, которые способны обеспечить появление вредных эффектов (см. прил. 11), определить возможность и условия реализации вредных эффектов за счет ресурсов.

4. Поиск вредных эффектов по информационным фондам

- 4.1. Рассмотреть таблицы и указатели физических, химических, геометрических и других эффектов, выявить среди них те, которые в принципе могли бы быть реализованы в данной системе и дать вредный эффект. Определить условия их реализации.
- 4.2. Выбрать из списка типовых ошибок в развитии технических систем те, которые в принципе могли бы быть реализованы в данной системе и дать вредный эффект. Определить условия их реализации.
- 4.3. Рассмотреть список типовых причин вредных эффектов, выбрать из них те, которые в принципе могли бы быть реализованы в данной системе. Определить условия их реализации.
5. Поиск вредных эффектов с помощью методики прогноза
 - 5.1. Рассмотреть возможность ухудшения работы системы, двигаясь по линиям развития в направлении, обратном прогрессивному.
 - 5.2. Провести прогноз развития системы в направлении совершенствования выполнения вредных функций.
6. Поиск новых решений
 - 6.1. Сформулировать изобретательские задачи по получению вредных эффектов и использовать для их решения инструменты ТРИЗ: приемы устранения технических противоречий, вепольный анализ.
7. Поиск возможностей усиления вредного эффекта
 - 7.1. Рассмотреть список типовых способов усиления вредных эффектов; выбрать из них те, которые в принципе могут быть реализованы в данной системе. Определить условия их реализации.
 - 7.2. Использовать для усиления вредных эффектов инструменты ТРИЗ.
8. «Маскировка» вредных явлений
 - 8.1. Рассмотреть типовые способы «маскировки» (скрывания) выявленных на предыдущих шагах вредных явлений, эффектов и определить возможности (условия) их реализации.
9. Анализ выявленных вредных эффектов
 - 9.1. Выявить (при необходимости с использованием инструментов ТРИЗ), какие из обнаруженных в процессе анализа вредных эффектов существуют реально (если необходимо, с постановкой экспериментов и проведением исследований).
 - 20
 - 9.2. Оценить для каждого из вредных эффектов степень вероятности их появления, степень опасности (нежелательности).
 - 9.3. Проанализировать причинно-следственные диаграммы, отражающие все вредные эффекты, вероятность их появления и степень нежелательности и/или опасности.
10. Устранение вредных эффектов
 - 10.1. Выявить первичные вредные эффекты, рассмотреть возможность их устранения с использованием типовых средств предотвращения (см. прил. 16), сформулировать и решить, используя при необходимости инструменты ТРИЗ, задачи по предотвращению вредных эффектов либо по устранению или компенсации их последствий.
 - 10.2. Найти причины появления вредных эффектов, рассмотреть мероприятия, необходимые для устранения этих причин.
11. Анализ хода работы
 - 11.1. Проверить по записям ход работы, ее соответствие приведенным рекомендациям. В случае обнаружения ошибок или нарушений вернуться и исправить ошибки, после чего провести анализ повторно.
 - 11.2. Проанализировать характер отклонений хода работы от приведенных рекомендаций. В случае удачных отклонений сформулировать предложения по совершенствованию рекомендаций. Разработать программу по их проверке (например, на анализе данной системы).

Список контрольных вопросов функционального анализа

1. Какова основная функция узла (детали)?
2. Что представляет собой «идеальный» узел (деталь)?
3. Что будет, если убрать данный узел (деталь)?
4. Какие и сколько функций выполняет данный узел (деталь), нельзя ли часть из них сократить?
5. Как иначе можно выполнить основную функцию?
6. В какой отрасли техники наилучшим образом выполняется данная функция и нельзя ли позаимствовать решение?
7. Можно ли разделить узел (деталь) на части? Можно ли объединить несколько деталей (узлов)? Можно ли разборные соединения сделать неразборными и наоборот?
8. Можно ли неподвижные детали сделать подвижными и наоборот? Можно ли использовать холостые ходы? Можно ли от периодического движения перейти к непрерывному и наоборот?
9. Нельзя ли поменять последовательность технологических операций? Ввести или исключить предварительные сборочные и обработочные операции? Исключить отделочные операции?
10. Какой элемент узла (детали) самый «слабый», нельзя ли его отделить от детали (узла), «усилить»?
11. Какие факторы, функции в работе узла (детали) самые «вредные»? Нельзя ли их использовать? Что будет с изделием, если узел станет выполнять противоположные функции? Как реализовать работу «наоборот»?
12. Нельзя ли упростить узел, добиваясь не 100 %-но полезного эффекта, а чуть меньше или больше?
13. Можно ли уменьшить допуск, снизить чистоту, упростить форму, усовершенствовать прочие аналогичные элементы узла (детали)?
14. Можно ли заменить специальные детали стандартными?
15. Какие дополнительные функции может выполнять данный узел (деталь)?
16. Можно ли изменить материал, сортамент?
17. Можно ли уменьшить отходы или использовать их?
18. Нельзя ли взять более дешевый материал и применить покрытия, биметаллы и т. д. либо вставки из высококачественного материала?
19. Что в детали (узле) в первую очередь изнашивается?
20. Где в детали (узле) заложены излишние запасы, нельзя ли их сократить?