

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 27 » декабря 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Научно-исследовательская работа  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 216 (6)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 20.04.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Управление отходами и экономика замкнутого цикла  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области исследовательской работы, а также устойчивого интереса к исследовательской деятельности

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Методы оценки и сравнения объектов, материалов, продуктов и технологий с учетом их экологической безопасности и эффективности

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает принципы системного анализа, функционального моделирования, моделирования материальных потоков и жизненного цикла в области техносферной безопасности	Знает принципы системного анализа и моделирования	Зачет
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Умеет формулировать, представлять, сравнивать результаты анализ информации для принятия решения и выбора оптимального варианта среди возможных альтернатив с учетом отдельных, в том числе экологических, аспектов	Умеет математически формулировать, представлять, сравнивать и использовать известные решения в новом приложении	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет навыками качественно оценивать количественные результаты, характеризующие показатели деятельности в сфере техносферной безопасности с использованием многокритериального анализа, стратегического планирования, функционального моделирования и анализа материальных потоков	Владеет навыками качественно оценивать количественные результаты, характеризующие показатели деятельности в сфере техносферной безопасности	Зачет
ОПК-3	ИД-1ОПК-3	Знает основные требования к оформлению результатов профессиональной деятельности и обоснования принимаемых решений с использованием многокритериального анализа, стратегического планирования, функционального моделирования, анализа материальных потоков и оценки жизненного цикла	Знает основные требования к оформлению результатов профессиональной деятельности	Зачет
ОПК-3	ИД-2ОПК-3	Умеет представлять результаты исследований, расчетов, анализа в виде таблиц, схем, алгоритмов, матриц, диаграмм, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями	Умеет представлять итоги профессиональной деятельности в виде отчетов, рефератов, статей, заявок на патенты, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями	Зачет
ОПК-3	ИД-3ОПК-3	Владеет навыками оформления результаты исследований, расчетов, анализа в виде таблиц, схем, алгоритмов, матриц, диаграмм	Владеет навыками оформления отчетов, рефератов, статей, заявок на патенты и др	Зачет
ПКО-1	ИД-1ПКО-1	Знает понятия, концепции, принципы и методы системного и многокритериального анализа, обеспечения и совершенствования	Знает понятия, концепции, принципы и методы системного анализа, обеспечения и совершенствования безопасности процессов и	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		безопасности процессов с использованием функционального моделирования и анализа материальных потоков и систем производственного назначения с использованием стратегического планирования	систем производственного назначения; принципы управления рисками	
ПКО-1	ИД-2ПКО-1	Умеет пользоваться методами функционального моделирования, построения материальных балансов технологических процессов и объектов, оценки жизненного цикла, в том числе для анализа экологической безопасности и эффективности организационных, технических и технологических решений	Умеет пользоваться методами моделирования, системного анализа безопасности процессов и объектов технологического оборудования	Зачет
ПКО-1	ИД-3ПКО-1	Владеет навыками функционального моделирования, построения материальных балансов технологических процессов и объектов, оценки жизненного цикла	Владеет навыками создания и анализа моделей исследуемых процессов и объектов	Зачет
ПКО-2	ИД-1ПКО-2	Знает цели и задачи, принципы и методы, законодательную и нормативную базу обоснования выбора оптимального решения из нескольких альтернативных вариантов, в том числе в области обеспечения экологической безопасности	Знает цели и задачи экспертизы безопасности; виды экспертиз безопасности; законодательную и нормативную базу осуществления экспертно-надзорной деятельности; принципы и методы проведения экспертизы безопасности, осуществления надзора за безопасностью	Зачет
ПКО-2	ИД-2ПКО-2	Умеет анализировать и оценивать	Умеет анализировать и оценивать	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		результативность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности с использованием многокритериального анализа, стратегического планирования, функционального моделирования, анализа материальных потоков и оценки жизненного цикла	результативность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	
ПКО-2	ИД-3ПКО-2	Владеет навыками исследования мер по обеспечению техносферной безопасности с использованием стратегического планирования (выявление внешних и внутренних факторов)	Владеет навыками исследования мер по обеспечению безопасности и проведения их экспертизы	Зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	108	54	54
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	18	18
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	68	34	34
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	54	54
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Многокритериальный анализ и экспертная оценка	4	0	8	12
Многокритериальный анализ. Основные принципы, определения. Процедура проведения многокритериального анализа. Основные методы, используемые в анализе. Метод ранжирования, рейтинга. Метод попарного сравнения и анализа Парето. Метод простого аддитивного взвешивания. Метод идеальной точки. Метод анализа иерархий				
Стратегическое планирование. SWOT-анализ. PEST-анализ. VRIO-анализ	4	0	8	14
Стратегическое планирование. Основные принципы, определения. Методы и инструменты стратегического планирования. Преимущества и недостатки. SWOT-анализ. PEST-анализ. VRIO-анализ. Примеры использования методов				
Функциональное моделирование. Функционально-стоимостной анализ	6	0	8	14
Функциональное моделирование. Основные принципы, определения. Методология IDEF0. Синтаксис языка. Семантика языка. Диаграммы IDEF0. Типы диаграмм. Свойства диаграмм. Правила построения. Функционально-стоимостной анализ. Назначение и применение функционально-стоимостного анализа.				
Анализ материальных потоков	4	0	10	14
Анализ материальных потоков. Основные принципы, определения. Правила построения модели анализа материальных потоков в программном обеспечении STAN. Правила построения технологических схем добавлением слоев и периодов				
<b>ИТОГО по 1-му семестру</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>54</b>
2-й семестр				
Оценка жизненного цикла. Область и примеры применения. Оценка углеродного следа	4	0	4	12
Понятие оценки жизненного цикла. Понятие углеродного следа. Цели проведения оценки жизненного цикла. Преимущества и недостатки оценки жизненного цикла. Экономическая и социальная оценка жизненного цикла				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Оценка жизненного цикла. Методология	6	0	6	14
Основные этапы оценки жизненного цикла. Функциональная единица, поток, референсный поток, процесс, производственная система. Границы оценки жизненного цикла для разных целей. Инвентаризационный анализ жизненного цикла. Метод оценки воздействия на окружающую среду. Категории воздействия на окружающую среду. Нормализация и взвешивание. Аллокация, ее виды и применение. Оценка чувствительности. Оценка неопределенности				
Оценка жизненного цикла. Программные продукты	4	0	12	14
Программные продукты используются для оценки жизненного цикла. Разница между оболочкой и базой данных. Принцип устройства баз данных по оценке жизненного цикла. Основные элементы структуры программного продукта для оценки жизненного цикла. Региональные данные для оценки жизненного цикла				
Оценка жизненного цикла. Особенности применения для разных задач	4	0	12	14
Особенности жизненного цикла продуктов сельского хозяйства. Особенности оценки жизненного цикла упаковки. Особенности оценки жизненного цикла добычи и переработки нефти. Особенности оценки жизненного цикла производства электроэнергии. Особенности оценки жизненного цикла производства водорода. Особенности оценки жизненного цикла транспорта				
ИТОГО по 2-му семестру	18	0	34	54
ИТОГО по дисциплине	36	0	68	108

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Проведение многокритериального анализа на примере выбора земельного участка под объект. Разработка программы процедуры многокритериального анализа. Проведение многокритериального анализа. Построение радара конкурентоспособности
2	Проведение SWOT-анализа на примере экологических проблем. Составление SWOT-матрицы экологических проблем. Проведение VRIO-анализа на примере открытых отчетов предприятий
3	Функциональное моделирование технологического процесса. Построение контекстной диаграммы, второго и третьего уровня диаграмм. Разбор синтаксических и семантических правил

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Расчет материального баланса технологического процесса. Построение технологического процесса с указанием количественных значений входящих и выходящих потоков с использованием STAN. Построение технологических схем с добавлением слоев и периодов
5	Примеры применения оценки жизненного цикла. Схема жизненного цикла продукта
6	Оценка выбросов парниковых газов по методологии Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Границы оценки жизненного цикла на примере углеродного следа. Аллокация и анализ чувствительности
7	Создание потоков, процессов, производственных систем в программных продуктах. Анализ чувствительности с использованием программных продуктов. Аллокация с использованием программных продуктов
8	Расширение границ системы с использованием готовых баз данных. Поправки на качество материалов с использованием программных продуктов. Замкнутые циклы и их построение с использованием программных продуктов

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.



## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Калыгин В. Г. Промышленная экология : учебное пособие для вузов. 5-е изд., испр. и доп. Москва : Академия, 2017. 366 с. 23,0 усл. печ. л.	24
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Анализ жизненного цикла : учебное пособие / Никольская Е.Е., Петров В.Ю., Слюсарь Н.Н., Коротаев В.Н. Пермь : ПГТУ, 2006. 105 с.	5
2	Ковалев В. А. Современный стратегический анализ : учебник для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2016. 287 с.	4
3	Кузнецова И. М., Харлампида Х. Э., Батыршин Н. Н. Общая химическая технология: материальный баланс химико-технологического процесса : учебное пособие для вузов. М. : Логос, 2007. 263 с.	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

### 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	PEST-анализ. SWOT-анализ	<a href="https://pestleanalysis.com/pestel-analysis-of-retail-industry/">https://pestleanalysis.com/pestel-analysis-of-retail-industry/</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Перевод стандарта IDEF0 с английского на русский язык	<a href="https://trinion.org/blog/perevod-standarta-idef0-s-angliyskogo-na-russkiy-yazyk">https://trinion.org/blog/perevod-standarta-idef0-s-angliyskogo-na-russkiy-yazyk</a>	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Guidance on strategy level socio-economic assessments	<a href="https://www.gov.scot/binaries/content/documents/govscot/publications/advice-and-guidance/2019/02/guidance-strategy-level-socio-economic-assessments-draft-methodology/documents/00545759-pdf/00545759-pdf/govscot%3Adocument/00545759.pdf">https://www.gov.scot/binaries/content/documents/govscot/publications/advice-and-guidance/2019/02/guidance-strategy-level-socio-economic-assessments-draft-methodology/documents/00545759-pdf/00545759-pdf/govscot%3Adocument/00545759.pdf</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Анализ материальных потоков	<a href="https://www.stan2web.net/">https://www.stan2web.net/</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Brunner, Paul H., 1946- Practical handbook of material flow analysis / by Paul H. Brunner and Helmut Rechberger. p. cm. — (Advanced methods in resource and waste management series ; 1)	<a href="https://thecitywasteproject.files.wordpress.com/2013/03/practical_handbook-of-material-flow-analysis.pdf">https://thecitywasteproject.files.wordpress.com/2013/03/practical_handbook-of-material-flow-analysis.pdf</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Миндалев И. В. Моделирование бизнес-процессов с помощью IDEF0, DFD, BPMN за 7 дней?. Красноярск : КрасГАУ, 2016. 123 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-103833">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-103833</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Николаева, Н. Г. Функционально-стоимостный анализ в управлении качеством продукции и процессов жизненного цикла : учебное пособие / Н. Г. Николаева, Е. В. Приймак. — Казань : КНИТУ, 2013. — 204 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/73478">https://e.lanbook.com/book/73478</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Печенегина Т. А. Функционально-стоимостный анализ (кейсы - примеры, задания, тесты) : учебно-методическое пособие. Пермь : ПНИПУ, 2017. 394 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-161122">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-161122</a>	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Телипенко, Е. В. Математические методы и системы экспертной оценки в задачах поддержки принятия решений : практикум / Е. В. Телипенко, А. А. Захарова. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 156 с.	<a href="https://www.iprbookshop.ru/96110.html">https://www.iprbookshop.ru/96110.html</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Функциональное моделирование на базе стандарта IDEF0: метод. указания / сост. Д.Ю. Киселев, Ю.В. Киселев, А.В. Вавилин. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014. – 20 с.	<a href="http://repo.ssau.ru/bitstream/Methodicheskie-ukazaniya/Funkcionalnoe-modelirovanie-na-baze-standarta-IDEF0-Elektronnyi-resurs-metod-ukazaniya-53593/1/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B2%20%D0%94.%D0%AE.%20%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D">http://repo.ssau.ru/bitstream/Methodicheskie-ukazaniya/Funkcionalnoe-modelirovanie-na-baze-standarta-IDEF0-Elektronnyi-resurs-metod-ukazaniya-53593/1/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B2%20%D0%94.%D0%AE.%20%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Практические работы по многокритериальному анализу и экспертной оценке	<a href="https://do.pstu.ru/course/view.php?id=2640">https://do.pstu.ru/course/view.php?id=2640</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер, проектор, экран, клавиатура, мышь	1
Практическое занятие	Компьютер, проектор, экран, клавиатура, мышь	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по  
дисциплине  
«Научно-исследовательская работа»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	20.04.01 Техносферная безопасность
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Инженерная защита объектов гидросферы Управление отходами и экономика замкнутого цикла Экономика и управление устойчивым развитием урбанизированных территорий ESG-управление
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Охраны окружающей среды
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 1	<b>Семестр:</b> 1,2
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	6 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	216 ч.
<b>Виды промежуточного контроля:</b>	
Зачет:	1 семестр
Диф. зачет:	2 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (1, 2 семестров учебного плана) и разбито на два учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине.

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче практических работ, зачета и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Виды контроля		
	Текущий	Рубежный	Промежуточный
<b>Усвоенные знания</b>			
3.1 Знает принципы системного анализа, функционального моделирования, моделирования материальных потоков и жизненного цикла в области техносферной безопасности	ТО	Т/КР	ТВ
3.2 Знает основные требования к оформлению результатов профессиональной деятельности и обоснования принимаемых решений с использованием многокритериального анализа, стратегического планирования, функционального моделирования, анализа материальных потоков и оценки жизненного цикла	ТО	Т/КР	ТВ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Виды контроля		
	Текущий	Рубежный	Промежуточный
3.3 Знает понятия, концепции, принципы и методы системного и многокритериального анализа, обеспечения и совершенствования безопасности процессов с использованием функционального моделирования и анализа материальных потоков и систем производственного назначения с использованием стратегического планирования	ТО	Т/КР	ТВ
3.4 Знает цели и задачи, принципы и методы, законодательную и нормативную базу обоснования выбора оптимального решения из нескольких альтернативных вариантов, в том числе в области обеспечения экологической безопасности	ТО	Т/КР	ТВ
<b>Освоенные умения</b>			
У.1 Умеет формулировать, представлять, сравнивать результаты анализ информации для принятия решения и выбора оптимального варианта среди возможных альтернатив с учетом отдельных, в том числе экологических, аспектов		ПР	ПЗ
У.2 Умеет представлять результаты исследований, расчетов, анализа в виде таблиц, схем, алгоритмов, матриц, диаграмм, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями		ПР	ПЗ
У.3 Умеет пользоваться методами функционального моделирования, построения материальных балансов технологических процессов и объектов, оценки жизненного цикла, в том числе для анализа экологической безопасности и эффективности организационных, технических и технологических решений		ПР	ПЗ
У.4 Умеет анализировать и оценивать результативность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности с использованием многокритериального анализа, стратегического планирования, функционального моделирования, анализа материальных потоков и оценки жизненного цикла		ПР	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>			
В.1 Владеет навыками качественно оценивать количественные результаты, характеризующие показатели деятельности в сфере техносферной безопасности с использованием многокритериального анализа, стратегического планирования, функционального моделирования и анализа материальных потоков		ПР	ПЗ
В.2 Владеет навыками оформления результаты исследований, расчетов, анализа в виде таблиц, схем, алгоритмов, матриц, диаграмм		ПР	ПЗ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Виды контроля		
	Текущий	Рубежный	Промежуточный
В.3 Владеет навыками функционального моделирования, построения материальных балансов технологических процессов и объектов, оценки жизненного цикла		ПР	ПЗ
В.4 Владеет навыками исследования мер по обеспечению техносферной безопасности с использованием стратегического планирования (выявление внешних и внутренних факторов)		ПР	ПЗ

*ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ПР – практическая работа (задание); Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос зачета/ дифференцированного зачета; ПЗ – практическое задание зачета/ дифференцированного зачета*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета/ дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и промежуточного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) проводится после каждого занятия путем устных теоретических опросов;
- рубежный и промежуточный (итоговый) контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций проводится после каждой темы путем выполнения практических работ (заданий) и компьютерного или бланчного тестирования/контрольных работ (индивидуальных домашних заданий) и т.д.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала заключается в теоретическом опросе студентов по результатам лекционных занятий по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении итоговой аттестации.



## **2.2. Рубежный контроль усвоения материала**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (таблица 1.1) проводится в форме защиты практических работ и контрольных работ/тестирования (после изучения каждой темы учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита практических работ**

По каждой теме дисциплины запланированы практические работы. Типовые темы практических работ приведены в РПД. Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Проведение контрольных работ/ компьютерного или бланочного тестирования**

Согласно РПД запланированы контрольные работы (КР) или компьютерное (бланочное) тестирование после освоения студентами основных тем дисциплины. Всего запланировано по четыре темы в каждом семестре.

#### **Типовые задания 1 семестра для контрольных работ:**

Тема 1. Многокритериальная оценка и экспертная оценка

- Понятие многокритериального анализа.
- Основные методы, которыми пользуется при проведении многокритериального анализа.
- Основные принципы метода идеальной точки.
- Основные принципы метода простого аддитивного взвешивания.
- Основные принципы метода анализа иерархий.

Тема 2. Стратегическое планирование

- Понятие стратегического планирования.
- Основные методы стратегического планирования.
- SWOT-анализ и его цели.
- PEST-анализ и его цели.
- VRIO-анализ и его цели.

Тема 3. Функциональное моделирование и функционально-стоимостный анализ

- Понятие функционального моделирования.
- Основные принципы методологии IDEF0.
- Основные правила выполнения функционального моделирования.
- Понятие функционально-стоимостного анализа.
- Применение функционально-стоимостного анализа к объектам техносферной безопасности.

Тема 4. Анализ материальных потоков

- Понятие анализа материальных потоков.
- Основные правила необходимо выполнения анализа материального баланса технологического процесса.
- Понятия товара и вещества в анализе материальных потоков, их

отличие.

– Понятие процесса в анализе материальных потоков. Суть принципа «черного ящика».

– Понятие запаса в анализе материальных потоков и его применение.

### **Типовые вопросы 1 семестра для тестирования:**

Тема 1. Многокритериальная оценка и экспертная оценка

– Для чего нужен многокритериальный анализ?

а) чтобы решить проблему (сделать выбор);

б) чтобы разработать стратегический план компании;

в) чтобы оценить воздействие на окружающую среду;

г) чтобы выполнить технико-экономическое обоснование.

– Числовой коэффициент, отражающий значимость показателя в сравнении с другими показателями, оказывающими влияние на изучаемый процесс называется...

а) весовой;

б) нормализованный;

в) оценочный;

г) мультикритериальный.

– К требованиям по определению набора критериев не относится...

а) критерии должны быть независимы;

б) не должно быть двойного учета;

в) должна быть обеспечена функциональность критериев;

г) обязательно должны присутствовать экологические критерии.

– Максимальные и минимальные оценки критериев рассчитываются в методе...

а) простого аддитивного взвешивания;

б) TOPSIS;

в) анализа иерархий;

г) ранжирования.

Расстояние от альтернатив до идеально-позитивных и идеально-негативных решений рассчитывается при использовании...

а) метода простого аддитивного взвешивания;

б) метода TOPSIS;

в) метода анализа иерархий;

г) метода рейтинга.

Тема 2. Стратегическое планирование

– Стратегическое планирование – это...

а) процесс определения направления развития компании, который включает в себя установление приоритетов и принятие решений о том, как будут распределяться ресурсы, в целях поддержки выработанной концепции;

б) комплекс взглядов на что-либо, связанных между собой и образующих взаимосвязанную систему;

в) оптимальное распределение ресурсов для достижения поставленных целей;

г) процесс управления проектом, результатом которого является авторизация и санкционирование начала проекта или очередной фазы его

жизненного цикла.

– К стратегическому планированию не относится...

- а) SWOT;
- б) PEST;
- в) VRIO;
- г) TOPSIS.

– Методом, который выявляет внутренние и внешние факторы среды компании является...

- а) SWOT;
- б) PEST;
- в) VRIO;
- г) дорожная карта.

– К преимуществам метода SWOT-анализа не относится...

- а) возможность адаптировать к любому объекту исследования;
- б) возможность анализировать с разных точек зрения;
- в) возможность использовать в разный промежуток времени;
- г) возможность перечислить факторы без выявления основных и второстепенных.

– Компания не может повлиять на...

- а) сильные стороны;
- б) слабые стороны;
- в) возможности;
- г) угрозы.

Тема 3. Функциональное моделирование и функционально-стоимостный анализ

– Функциональная модель...

- а) отображает функциональную структуру объекта, т.е. производимые им действия и связи между этими действиями;
- б) описывает изменение состояний объекта;
- в) представляет собой совокупность информации об объекте, представленную одним из языков кодирования информации;
- г) это структурная основа процессов и действий, относящихся к жизненному циклу, которая также служит в качестве общей ссылки для установления связей и взаимопонимания сторон.

– К структурным компонентам синтаксического языка не относится...

- а) блок;
- б) стрелки;
- в) правила;
- г) метод.

– К синтаксическим правилам блока не относится следующее...

- а) размеры блоков должны быть достаточными для указания названия блоков;
  - б) блоки должны иметь прямоугольную форму;
  - в) блоки должны быть нарисованы сплошными линиями;
  - г) блоки могут иметь как прямоугольную форму, так и квадратную.
- К синтаксическим правилам стрелок относится следующее...
- а) стрелки должны присоединяться к блоку на его сторонах;

- б) стрелки допускается присоединять в углах блока;
- в) стрелки должны быть нарисованы по диагонали;
- г) стрелки допускается нарисовать пунктирными линиями.

– Правильным вариантом имени функции является...

- а) «разработка программы»;
- б) «руководитель предприятия»;
- в) «написать статью»;
- г) «выполнена работа».

Тема 4. Анализ материальных потоков

– Оконный профиль ПВХ в анализе материальных потоков является ...

- а) веществом;
- б) товаром;
- в) элементом;
- г) запасом.

– Общее количество материалов, хранящихся в процессе, называется ...

- а) запасом;
- б) входящим потоком;
- в) выходящим потоком;
- г) промежуточным потоком.

– Сумма коэффициентов передачи (трансформации) всех выходящих товаров должна быть равна ...

- а) 1;
- б) 10;
- в) 100;
- г) 0.

– Географической областью, в которой расположены процессы, обычно фиксируется...

- а) пространственная граница;
- б) временная граница;
- в) все процессы предприятия;
- г) материалы.

– Систематическая оценка потоков и запасов материалов (товаров и веществ) в рамках системы, ограниченной в пространстве и времени, называется...

- а) анализ жизненного цикла;
- б) анализ материальных потоков;
- в) функциональное моделирование;
- г) функционально-стоимостной анализ.

## **Типовые задания 2 семестра для контрольных работ:**

Тема 5. Оценка жизненного цикла. Область и примеры применения.

Оценка углеродного следа

- Понятие оценки жизненного цикла.
- Понятие углеродного следа.
- Цели проведения оценки жизненного цикла.
- Преимущества и недостатки оценки жизненного цикла.
- Экономическая и социальная оценка жизненного цикла.

## Тема 6. Оценка жизненного цикла. Методология

- Основные этапы оценки жизненного цикла.
- Функциональная единица, поток, референсный поток, процесс, производственная система.
- Границы оценки жизненного цикла для разных целей.
- Инвентаризационный анализ жизненного цикла.
- Метод оценки воздействия на окружающую среду.

## Тема 7. Оценка жизненного цикла. Программные продукты

- Программные продукты используются для оценки жизненного цикла.
- Разница между оболочкой и базой данных.
- Принцип устройства баз данных по оценке жизненного цикла.
- Основные элементы структуры программного продукта OpenLCA.
- Региональные данные для оценки жизненного цикла

## Тема 8. Оценка жизненного цикла. Особенности применения для разных задач

- Особенности жизненного цикла продуктов сельского хозяйства.
- Особенности оценки жизненного цикла упаковки.
- Особенности оценки жизненного цикла добычи и переработки нефти.
- Особенности оценки жизненного цикла производства электроэнергии.
- Особенности оценки жизненного цикла производства водорода.

## **Типовые вопросы 2 семестра для тестирования:**

### Тема 5. Оценка жизненного цикла. Область и примеры применения.

#### Оценка углеродного следа

- Оценка жизненного цикла – это...
  - а) анализ влияние неточности модели, неопределенности входных потоков и изменчивости данных на производство;
  - б) сбор информации, сопоставление и оценка входных потоков, выходных потоков, а также возможных воздействий на окружающую среду на всем протяжении жизненного цикла продукции;
  - в) систематические процедуры оценки влияния выбранных методов и данных на результаты исследования;
  - г) экологическое заявление, касающееся превосходства или эквивалентности одного вида продукции по отношению к конкурирующей продукции, выполняющей ту же функцию.
- Углеродный след – это...
  - а) общее количество парниковых газов, прямо и косвенно выделяемое в результате деятельности отдельного человека, организации или при производстве продукта за определенный период времени;
  - б) общее количество парниковых газов, напрямую выделяемое в результате деятельности отдельного человека, организации или при производстве продукта за определенный период времени;
  - в) общее количество парниковых газов, косвенно выделяемое в результате деятельности отдельного человека, организации или при производстве продукта за определенный период времени;
  - г) общее количество углерода, выделяемое в результате деятельности отдельного человека, организации или при производстве продукта за

определенный период времени;

Тема 6. Оценка жизненного цикла. Методология

– Границы жизненного цикла только в пределах одного предприятия (иногда как составная часть более анализа сложных процессов) упрощенно называют...

- а) «от ворот до ворот»;
- б) «от колыбели до ворот»;
- в) «от колыбели до могилы»;
- г) «от колыбели до колыбели».

– Количественно выраженная результативность системы жизненного цикла продукции, используемая в качестве единицы сравнения, называется...

- а) процесс;
- б) поток;
- в) функциональная единица;
- г) сырье.

Тема 7. Оценка жизненного цикла. Программные продукты

– Сбор информации и количественная оценка входных и выходных потоков для продукции на всем протяжении ее жизненного цикла называется...

- а) инвентаризационный анализ жизненного цикла;
- б) интерпретация жизненного цикла;
- в) оценка воздействия на протяжении жизненного цикла;
- г) определение цели и области применения.

– Для выполнения анализа чувствительности с использованием программного продукта необходимо:

- а) задать независимые параметры в исходных данных;
- б) разделить полученные результаты на несколько продуктов;
- в) обобщить полученные результаты, полученные по нескольким категориям воздействия в один показатель;
- г) пересчитать полученные результаты в другие единицы измерения.

Тема 8. Оценка жизненного цикла. Особенности применения для разных задач

– Электроэнергия с наибольшим углеродным следом производится на...

- а) газовых теплоэлектростанциях;
- б) угольных теплоэлектростанциях;
- в) атомных электростанциях;
- г) солнечных электростанциях.

– Аллокация является обязательной при оценке жизненного цикла ...

- а) солнечных панелей на этапе эксплуатации;
- б) ветрогенератора на этапе эксплуатации;
- в) газовой теплоэлектроцентрали на этапе эксплуатации;
- г) газовой теплоэлектростанции на этапе эксплуатации.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска является положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

В 1 семестре промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине выставляется по результатам выполнения текущего и рубежного контроля.

В 2 семестре промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета.

Зачет/ дифференцированный зачет по дисциплине выставляется по результатам выполнения текущего и рубежного контроля.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

#### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета/ дифференцированного зачета по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний и умений:**

- Метод идеальной точки и его применение. Примеры.
- Функциональное моделирование. Контекстная диаграмма с указанием входа, выхода, механизмов и контроля.
- Основные методы стратегического планирования и его применение. Примеры.
- Анализ материальных потоков и его применение. Примеры.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений и владений:**

- VRIO-анализ на примере предприятия (исходная информация выдается преподавателем).
- Материальный баланс технологического процесса (исходная информация выдается преподавателем).
- Функциональное моделирование технологического процесса предприятия (исходная информация выдается преподавателем).

– Оценка альтернатив с использованием метода простого аддитивного взвешивания (исходная информация выдается преподавателем).

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов знать, уметь и владеть приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и промежуточного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.