

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «31» мая 2024 г. № 425-1

**Б1.В.ДВ.02.02 Проектирование сложных систем**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 09.04.04 Программная инженерия

Специализация/профиль – Методология разработки программно-информационных систем

Квалификация выпускника – Магистр

Форма и срок обучения – очная форма 2 года

Кафедра-разработчик программы – Информационные системы и защита информации

Общая трудоемкость в з.е. – 4

Часов по учебному плану (УП) – 144

В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 10

10

(очная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

экзамен 1 семестр

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	1	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	34/10	<b>34/10</b>
– лекции	17	<b>17</b>
– практические (семинарские)		
– лабораторные	17/10	<b>17/10</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	74	<b>74</b>
<b>Экзамен</b>	36	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>144/10</b>	<b>144/10</b>

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 932.

Программу составил(и):

К.э.н., доцент, заведующий кафедрой, Т. К. Кириллова  
д.т.н., профессор, профессор, С.И. Носков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Информационные системы и защита информации», протокол от «21» мая 2024 г. № 11

Зав. кафедрой, к. э. н, доцент

Т.К. Кириллова

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели дисциплины</b>	
1	получение теоретических знаний по проектированию сложных информационных и автоматизированных систем
2	формирование практических навыков построения функциональных и информационных моделей систем с использованием программно-технологические средств специального класса – case-средств
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	анализ состояния научно-технической проблемы, определению целей и постановке задач проектирования
2	обоснование технических условий и заданий на проектируемую систему
3	принцип построения функциональных и информационных моделей систем, основанных на методологиях структурного, объектно-ориентированного анализа и проектирования
4	получить знания о реальных возможностях информационных систем, их типах, составных частях, методах и средствах проектирования информационных систем, основных технологических подходах к проектированию
5	подготовка технической документации по видам обеспечения автоматизированных систем специального назначения

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Дисциплина изучается на начальном этапе формирования компетенции
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.11 Моделирование
2	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
3	Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа в семестре
4	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
5	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
6	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы
7	ФТД.01 Логика
8	ФТД.02 Принципы инженерного творчества

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
ПК-1 Способен выполнить постановку новых задач на основе анализа и синтеза вариантов решения	ПК-1.1 Осуществляет руководство проектированием на основе анализа и синтеза вариантов разработки программного обеспечения	Знать: основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, и систем; методы управления информационными процессами; этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде
		Уметь: управлять проектами по информатизации предприятий; обоснованно выбирать необходимый метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности; выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов
		Владеть: основными методами моделирования и проектирования сложных систем; навыками организации и управления информационными процессами; инструментальными средствами проектирования сложных систем
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на	УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	Знать: принципы сбора, отбора и обобщения информации
		Уметь: применять методы анализа и выбора программно-технологических платформ, и информационных ресурсов
	УК-1.2 Умеет соотносить разнородные явления и	Владеть: практическим опытом работы с информационными источниками
		Знать: принципы сбора, отбора и обобщения информации Уметь: соотносить разнородные явления и

основе системного подхода, выработать стратегию действий	систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности Владеть: способами оценки эффективности созданных сложных систем
	УК-1.3 Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов	Знать: структурный, объектно-ориентированный анализ для проектирования сложных систем Уметь: применять методы распараллеливания вычислений при проектировании сложных систем
		Владеть: инструментальными средствами проектирования сложных вычислительных систем

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			
			Лек	Пр	Лаб	
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1 Введение. Основные понятия проектирования сложных систем.</b>					
1.1	Тема 1. Проектирование сложных систем. Предметная область	1	2		8	ПК-1.1 УК-1.1
1.2	Тема 2. Методология проектирования. Области проектирования	1	2	2/2	10	ПК-1.1 УК-1.2
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2 Требования пользователей к системе.</b>					
2.1	Тема 3. Требования пользователей к системе: виды, этапы разработки, источники	1	2	2	8	ПК-1.1 УК-1.2
2.2	Тема 4. Характеристики качества и методы выявления требований	1	2	2/2	8	ПК-1.1 УК-1.2
2.3	Тема 5. Концепция системы. Техническое задание	1	2	2/2	8	ПК-1.1 УК-1.2 УК-1.3
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Язык моделирования и процесс моделирования. Моделирование сложных систем.</b>					
3.1	Тема 6. Язык моделирования и процесс моделирования	1	2	2	8	ПК-1.1 УК-1.3
3.2	Тема 7. Понятие модели, классификация моделей, оптимизационные модели	1	2	3	8	ПК-1.1 УК-1.3
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Математическое моделирование. Оценка параметров модели.</b>					
4.1	Тема 8. Методы оценивания параметров модели	1	3		8	ПК-1.1 УК-1.2
4.2	Тема 9. Оценка адекватности моделей	1		4/4	8	ПК-1.1 УК-1.2 УК-1.3
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	1	36			ПК-1.1 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17		17/10	74

#### 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 6.1 Учебная литература 6.1.1 Основная литература

Библиографическое описание	Кол-во экз.
----------------------------	-------------

		в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Проектирование сложных систем управления : учебное пособие : [16+] / Д. О. Глухов, Н. В. Белова, Б. Ф. Лаврентьев, И. В. Рябов ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 100 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459478">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459478</a> (дата обращения: 15.05.2024)	Онлайн
6.1.1.2	Системный анализ в вопросах и ответах : учебное пособие / составитель Е. И. Сметанина. — 2-е изд., доп. — Томск : ТПУ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-4387-0678-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107752">https://e.lanbook.com/book/107752</a> (дата обращения: 15.05.2024).	Онлайн
6.1.1.3	Теория систем и системный анализ: электронное учебное пособие : учебное пособие / составитель А. С. Ащеулова. — Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2016. — 89 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/92584">https://e.lanbook.com/book/92584</a> (дата обращения: 15.05.2024).	Онлайн
6.1.1.4	Алексеев, В. П. Системный анализ и методы научно-технического творчества : учебное пособие / В. П. Алексеев, Д. В. Озеркин. — Москва : ТУСУР, 2012. — 325 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/4937">https://e.lanbook.com/book/4937</a> (дата обращения: 15.05.2024).	Онлайн
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Алексеева, М. Б. Теория систем и системный анализ : учебник и практикум для вузов / М. Б. Алексеева, П. П. Ветренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 304 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00636-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/489572">https://urait.ru/bcode/489572</a> (дата обращения: 15.05.2024).	Онлайн
6.1.2.2	Марусева, И. В. Управление сложными системами (введение в основы автоматике и информатики) : учебное пособие : [16+] / И. В. Марусева, Ю. П. Петров ; под общ. ред. И. В. Марусевой. — Изд. 2-е, перераб. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. — 182 с. : ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=496883">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=496883</a> (дата обращения: 15.05.2024).	Онлайн
6.1.2.3	Еремин, Е. Л. Управление сложными системами (алгоритмизация и моделирование) : учебное пособие / Е. Л. Еремин. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 200 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/156447">https://e.lanbook.com/book/156447</a> (дата обращения: 15.05.2024).	Онлайн
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Кириллова, Т.К., Носков С.И. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 Проектирование сложных систем по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, профиль Методология разработки программно-информационных систем / Т.К. Кириллова; ИрГУПС. — Иркутск : ИрГУПС, 2024. — 11 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_47454_1406_2024_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_47454_1406_2024_1_signed.pdf</a>	Онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	
6.2.2	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — <a href="https://umczdt.ru/books/">https://umczdt.ru/books/</a>	
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	
6.2.4	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	
6.2.5	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	

6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	Не предусмотрено
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Не предусмотрены
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не предусмотрены

## 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Д-521*(521-1) для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации).
3	Лаборатория Д-514 «Проектирование и эксплуатация программно-информационных систем» для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), компьютер. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации).
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lectio» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то</p>

	необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Лабораторная работа	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока I.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Проектирование сложных систем» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей	

программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС,  
доступной обучающемуся через его личный кабинет

# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

## 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Проектирование сложных систем» участвует в формировании компетенций:

ПК-1. Способен выполнить постановку новых задач на основе анализа и синтеза вариантов решения

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>1 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1 Введение. Основные понятия проектирования сложных систем</b>			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Проектирование сложных систем. Предметная область	ПК-1.1 УК-1.1	Доклад (устно)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Методология проектирования. Области проектирования	ПК-1.1 УК-1.2	Доклад (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2 Требования пользователей к системе</b>			
2.1	Текущий контроль	Тема 3. Требования пользователей к системе: виды, этапы разработки, источники	ПК-1.1 УК-1.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.2	Текущий контроль	Тема 4. Характеристики качества и методы выявления требований	ПК-1.1 УК-1.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
2.3	Текущий контроль	Тема 5. Концепция системы. Техническое задание	ПК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Язык моделирования и процесс моделирования. Моделирование сложных систем</b>			
3.1	Текущий контроль	Тема 6. Язык моделирования и процесс моделирования	ПК-1.1 УК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.2	Текущий контроль	Тема 7. Понятие модели, классификация моделей, оптимизационные модели	ПК-1.1 УК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Математическое моделирование. Оценка параметров модели</b>			
4.1	Текущий контроль	Тема 8. Методы оценивания параметров модели	ПК-1.1 УК-1.2	Доклад (устно)
4.2	Текущий контроль	Тема 9. Оценка адекватности моделей	ПК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Доклад (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1 Введение. Основные понятия проектирования сложных систем. Раздел 2 Требования пользователей к системе. Раздел 3. Язык моделирования и процесс моделирования. Моделирование сложных систем. Раздел 4. Математическое моделирование. Оценка параметров модели.	ПК-1.1 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

\*\*ПП – практическая подготовка

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

#### Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

#### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
2	Доклад	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы докладов
3	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

#### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец)

			экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

**Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена**

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»
Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

**Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости**

## Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

## Доклад

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Доклад создан с использованием компьютерных технологий (презентация PowerPoint, Flash–презентация, видео–презентация и др.) Использованы дополнительные источники информации. Содержание заданной темы раскрыто в полном объеме. Отражена структура доклада (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры). Оформление работы. Оригинальность выполнения (работа сделана самостоятельно, представлена впервые)
«хорошо»		Доклад создан с использованием компьютерных технологий (презентация PowerPoint, Flash–презентация, видео–презентация и др.) Содержание доклада включает в себя информацию из основных источников (методическое пособие), дополнительные источники информации не использовались. Содержание заданной темы раскрыто не в полном объеме. Структура доклада сохранена (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры)
«удовлетворительно»		Доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий. Содержание доклада ограничено информацией только из методического пособия. Содержание заданной темы раскрыто не в полном объеме. Отсутствуют выводы и примеры. Оригинальность выполнения низкая
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий и других наглядных материалов. Содержание ограничено информацией только из методического пособия. Заданная тема доклада не раскрыта, основная мысль доклада не передана

## Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность

		конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

#### **3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования**

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 4. Характеристики качества и методы выявления требований»

1. Требования к продукту и требования к проекту
2. Разработка и управление требованиями
3. Разработка требований
4. Управление требованиями
5. Сотрудничество клиентов и разработчиков

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 5. Концепция системы. Техническое задание»

1. Особенности интерпретации требований
2. Концепция технического задания
3. Концептуальная модель. Контекстная диаграмма
4. Функциональная карта
5. Пользовательский интерфейс
6. Нефункциональные требования

#### **3.2 Типовые контрольные темы для написания докладов**

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов тем для написания докладов.

Образец тем докладов

«Тема 1. Проектирование сложных систем. Предметная область»

1. Основы проектирования сложных информационных систем
2. Структурный подход к проектированию сложных систем
3. Принципы классификации информации в сложных системах

## 5. Методологии проектирования сложных информационных систем

### Образец тем докладов

#### «Тема 2. Методология проектирования. Области проектирования»

1. Методология проектирования
2. Объекты проектирования
3. Управление проектированием
4. Специфика дизайнерской деятельности

### Образец тем докладов

#### «Тема 8. Методы оценивания параметров модели»

1. Выбор модели, описывающей набор признаков
2. Критерий принадлежности модели не локальный
3. Выбор модели, которая лучше всего описывает набор признаков
4. Вычислительная сложность
5. Постановки задач оценивания для параметров гамма-распределения.

### Образец тем докладов

#### «Тема 9. Оценка адекватности моделей»

1. Оценка значимости коэффициентов регрессии.
2. Составление модели.
3. Оценка адекватности модели.
4. План дробного факторного эксперимента.
5. Преимущества и ограничения.
6. Аксиома оценивания адекватности в результате сравнения моделей
7. Аксиома представимости оцениваемой модели в эталонной модели.
8. Аксиома измерения с помощью частично упорядоченного множества значений
9. Аксиома оценивания на базе метрического пакета

### **3.3 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты**

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

#### «Тема 2. Методология проектирования. Области проектирования»

Цель работы: знать основы проектирования экономических информационных систем.

#### Краткие теоретические сведения

Экономическая информационная система (ЭИС) тесно связана с определением системы, которая представляет собой совокупность взаимосвязанных объектов (элементов), находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность.

Для системы характерно изменение состояний объектов, которое с течением времени происходит в результате взаимодействия объектов в различных процессах и с внешней средой.

Информационная система – это любая система, используемая для обеспечения информацией объекта управления.

Существует несколько различных понятий ЭИС.

ЭИС– совокупность сведений об экономическом объекте, необходимых для его управления. В качестве объекта может выступать министерство, предприятие, подразделение предприятия и т.д.

ЭИС– система сбора, хранения, обработки и распределения информации, необходимой для управления экономическим объектом с помощью организационных,

технических, программных и информационных средств. Характер объекта и система управления определяют основные функции ЭИС и режимы обработки информации.

ЭИС – специально подготовленная группа людей, которые составляют подразделения определённого органа управления, если они организуют эту информацию и непосредственно её добывают.

Источником экономической информации является хозяйственный трудовой процесс, процесс обращения материальных, финансовых, трудовых ресурсов (потоков).

ЭИС связывает объект, систему управления и внешнюю среду между собой через информационные потоки.

Система управления представляет собой совокупность структурных подразделений системы, осуществляющих следующие функции управления:

- 1) прогнозирование – функция, определяющая прогнозные цели объекта;
- 2) планирование – целевая функция объекта на различные периоды времени (стратегическое, бизнес-планирование, оперативное);
- 3) учет – функция, отображающая состояние объекта управления;
- 4) контроль – функция, определяющая отклонение учетных данных от плановых целей и нормативов;
- 5) анализ – функция, определяющая аналитические тенденции в работе объекта.

ЭИС классифицируются:

- 1) по иерархической соподчинённости на отраслевом уровне (на уровне предприятия);
- 2) по характеру объектов управления (АСУ предприятий с непрерывным, дискретным, непрерывно-дискретным);
- 3) по функциям управления (учёт, анализ, контроль, планирование, регулирование, прогнозирование);
- 4) по принципу управления (территориальные, отраслевые, центральные, государственные);
- 5) по функциональному назначению (организационно-экономические, технологические, системы интегрирования);
- 6) по временному признаку (система (подсистема) может быть оперативного управления производством);
- 7) по принадлежности к ресурсному обеспечению (материальные, финансовые, трудовые);
- 8) по степени функциональной общности решаемых задач (контроль и управление качеством продукции на предприятии)
- 9) по выходному результату (информационно-справочные, информационно-советующие, информационно-управляющие).

Все ЭИС делятся на виды:

- 1) автоматизированные системы управления на любом уровне;
- 2) автоматизированные рабочие места (АРМ) специалистов;
- 3) пакеты прикладных программ;
- 4) информационно – поисковые системы (ИПС);
- 5) экспертные и интеллектуальные системы.

Информационно-вычислительная система – организационно-технический комплекс, предназначенный для внедрения и функционирования проекта.

Потребительские свойства системы – функциональная полнота; своевременность; функциональная надёжность; экономическая эффективность.

Функциональная полнота системы – это такое свойство ЭИС, которое характеризует уровень автоматизации управленческих работ на соответствующем объекте управления.

## 2. Порядок выполнения работы и содержание отчета

Порядок выполнения работы:

1. Проектирование модели жизненного цикла информационных систем: каскадная (каноническая) модель.
2. Инкрементная модель, циклическая модель.

Содержание отчета:

1. цель работы;
2. задание на лабораторную работу для своего варианта;
3. алгоритм решаемого задания с необходимыми пояснениями;
4. выводы по работе.

Вопросы:

1. Типология информационных систем.
2. Инкрементная модель, циклическая модель.
3. Вопрос по выполненной лабораторной работе.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 3. Требования пользователей к системе: виды, этапы разработки, источники»

**Цель.** Научиться выполнять сбор пользовательских и системных требований; выполнять анализ требования методом VORD.

**Ход работы**

1. Ознакомиться с теоретической частью.
2. Выполнить практическое задание.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Оформить отчет.

**Теоретическая часть**

### Общие сведения о требованиях к информационным системам

Описание функциональных возможностей и ограничений, накладываемых на систему, называется *требованиями* к этой системе, а сам процесс формирования, анализа, документирования и проверки этих функциональных возможностей и ограничений – разработкой требований.

Требования подразделяются на пользовательские и системные. *Пользовательские* требования – это описание на естественном языке (плюс поясняющие диаграммы) функций, выполняемых системой, и ограничений, накладываемых на неё. *Системные* требования – это описание особенностей системы (архитектура системы, требования к параметрам оборудования и т.д.), необходимых для эффективной реализации требований пользователя.

### Разработка требований

Разработка требований — это процесс, включающий мероприятия, необходимые для создания и утверждения документа, содержащего спецификацию системных требований. Различают четыре основных этапа процесса разработки требований:

- анализ технической осуществимости создания системы,
- формирование и анализ требований,
- специфицирование требований и создание соответствующей документации,
- аттестация этих требований.

На рисунке 1 показаны взаимосвязи между этими этапами и результаты, сопровождающие каждый этап процесса разработки системных требований.

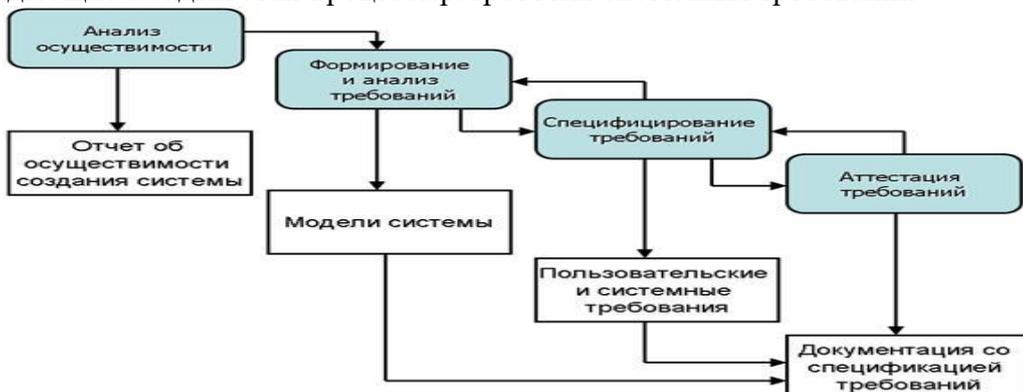


Рисунок 1- Процесс разработки требований

Но поскольку в процессе разработки системы в силу разнообразных причин требования могут меняться, управление требованиями, т.е. процесс управления изменениями системных требований, является необходимой составной частью деятельности по их разработке.

### Формирование и анализ требований

Следующим этапом процесса разработки требований является формирование (определение) и анализ требований.

Обобщенная модель процесса формирования и анализа требований показана на рисунке 2. Каждая организация использует собственный вариант этой модели, зависящий от «местных факторов»: опыта работы коллектива разработчиков, типа разрабатываемой системы, используемых стандартов и т.д.



Рисунок 2 - Процесс формирования и анализа требований

Процесс формирования и анализа требований проходит через ряд этапов.

**Анализ предметной области.** Аналитики должны изучить предметную область, где будет эксплуатироваться система.

**Сбор требований.** Это процесс взаимодействия с лицами, формирующими требования. Во время этого процесса продолжается анализ предметной области.

**Классификация требований.** На этом этапе бесформенный набор требований преобразуется в логически связанные группы требований.

**Разрешение противоречий.** Без сомнения, требования многочисленных лиц, занятых в процессе формирования требований, будут противоречивыми. На этом этапе определяются и разрешаются противоречия различного рода.

**Назначение приоритетов.** В любом наборе требований одни из них будут более важны, чем другие. На этом этапе совместно с лицами, формирующими требования, определяются наиболее важные требования.

**Проверка требований.** На этом этапе определяется их полнота, последовательность и непротиворечивость.

**Процесс формирования и анализа требований циклический,** с обратной связью от одного этапа к другому. Цикл начинается с анализа предметной области и заканчивается проверкой требований. Понимание требований предметной области увеличивается в каждом цикле процесса формирования требований.

### Опорные точки зрения

Подход с использованием различных опорных точек зрения к разработке требований признает различные (опорные) точки зрения на проблему и использует их в качестве основы построения и организации как процесса формирования требований, так и непосредственно самих требований.

Различные методы предлагают разные трактовки выражения "точка зрения". Точки зрения можно трактовать следующим образом.

Как источник информации о системных данных. В этом случае на основе опорных точек зрения строится модель создания и использования данных в системе. В процессе формирования требований отбираются все такие точки зрения (и на их основе определяются данные), которые будут созданы или использованы при работе системы, а также способы обработки этих данных.

Как структура представлений. В этом случае точки зрения рассматриваются как особая часть модели системы. Например, на основе различных точек зрения могут разрабатываться модели «сущность-связь», модели конечного автомата и т.д.

Как получатели системных сервисов. В этом случае точки зрения являются внешними (относительно системы) получателями системных сервисов. Точки зрения помогают определить данные, необходимые для выполнения системных сервисов или их управления.

Наиболее эффективным подходом к анализу таких систем является использование внешних опорных точек зрения. На основе этого подхода разработан метод VORD (Viewpoint-Oriented Requirements Definition — определение требований на основе точек зрения) для формирования и анализа требований. Основные этапы метода VORD показаны на рис. 3.

**Идентификация точек зрения**, получающих системные сервисы, и идентификация сервисов, соответствующих каждой точке зрения.

**Структурирование точек зрения** — создание иерархии сгруппированных точек зрения. Общесистемные сервисы предоставляются более высоким уровням иерархии и наследуются точками зрения низшего уровня.

**Документирование опорных точек зрения**, которое заключается в точном описании идентифицированных точек зрения и сервисов.

**Отображение системы точек зрения**, которая показывает системные объекты, определенные на основе информации, заключенной в опорных точках зрения.



Рисунок 3 - Метод VORD

Пример. Рассмотрим использование метода VORD на первых трех шагах анализа требований для системы поддержки заказа и учета товаров в бакалейной лавке. В бакалейной лавке для каждого товара фиксируется место хранения (определенная полка), количество товара и его поставщик. Система поддержки заказа и учета товаров должна обеспечивать добавление информации о новом товаре, изменение или удаление информации об имеющемся товаре, хранение (добавление, изменение и удаление) информации о поставщиках, включающей в себя название фирмы, ее адрес и телефон. При помощи системы составляются заказы поставщикам. Каждый заказ может содержать несколько позиций, в каждой позиции указываются наименование товара и его количество в заказе. Система по требованию пользователя формирует и выдает на печать следующую справочную информацию:

- список всех товаров;
- список товаров, имеющихся в наличии;
- список товаров, количество которых необходимо пополнить;
- список товаров, поставляемых данным поставщиком.

Первым шагом в формировании требований является идентификация опорных точек зрения. Во всех методах формирования требований, основанных на использовании точек зрения, начальная идентификация является наиболее трудной задачей. Один из подходов к идентификации точек зрения — метод "мозговой атаки", когда определяются потенциальные системные сервисы и организации, взаимодействующие с системой. Организуется встреча лиц, участвующих в формировании требований, которые предлагают свои точки зрения. Эти точки зрения представляются в виде диаграммы, состоящей из ряда круговых областей, отображающих возможные точки зрения (рисунок 2.4). Во время "мозговой атаки" необходимо идентифицировать потенциальные опорные точки зрения, системные сервисы, входные данные, нефункциональные требования, управляющие события и исключительные ситуации.

Следующей стадией процесса формирования требований будет идентификация опорных точек зрения (на рис.4 показаны в виде темных круговых областей) и сервисов

(показаны в виде затененных областей). Сервисы должны соответствовать опорным точкам зрения. Но могут быть сервисы, которые не поставлены им в соответствие. Это означает, что на начальном этапе "мозговой атаки" некоторые опорные точки зрения не были идентифицированы.

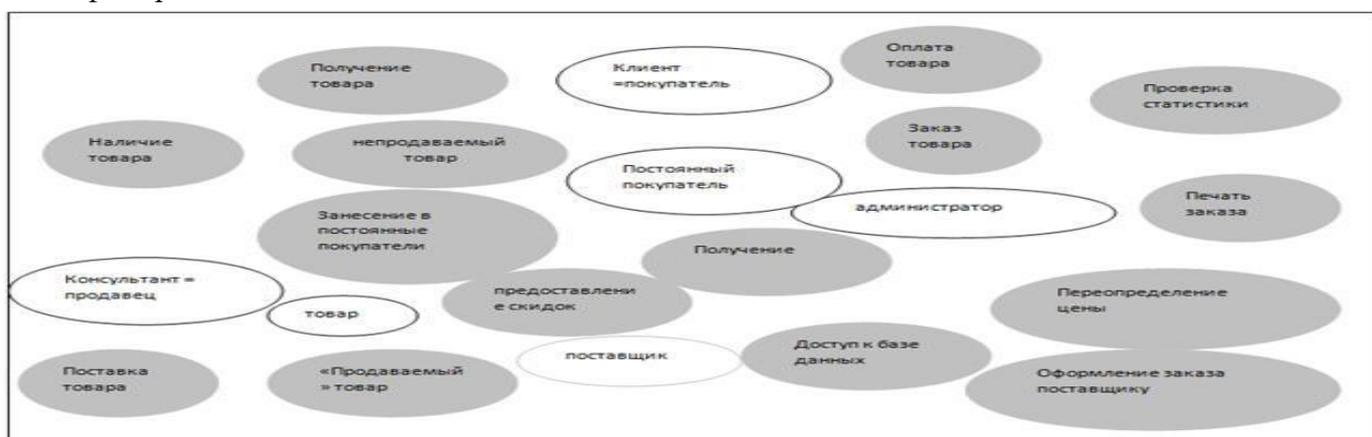


Рисунок 4 - Диаграмма идентификации точек зрения

В таблице 1 показано распределение сервисов для некоторых идентифицированных на рисунке 1 точек зрения. Один и тот же сервис может быть соотнесён с несколькими точками зрения.

Таблица 1 - Сервисы, соотнесённые с точками зрения

клиент	покупатель	постоянный покупатель	товар	поставщик	продавец	администратор
Проверка наличия товара	Занесение в список постоянных клиентов	Получение скидки	Прием товара	Занесение в базу данных (название, адрес, телефон и т.д.)	Продажа товара	Доступ к базе данных
Печать чека	Проверка статистики		Получение чека			Назначение цены
Переопределение цены		Проверка наличия товара	Оформление заказа поставщику		Занесение покупателя и суммы покупки в базу данных	
Доступ к базе данных		Покупка товара		Получение информации о новых поступлениях	Занесение в базу данных (данные о поставщике, кол-ве, месте хранения и.д.)	
	Доступ к каталогу	Переопределение цены		Заказ товара		

Информация, извлеченная из точек зрения, используется для заполнения форм шаблонов точек зрения и организации точек зрения в иерархию наследования. Это позволяет увидеть общие точки зрения и повторно использовать информацию в иерархии

наследования. Сервисы, данные и управляющая информация наследуются подмножеством точек зрения. На рисунке 4 показана часть иерархии точек зрения для системы поддержки заказа и учета товаров.



Рисунок 4 - Иерархия точек зрения

### Пользовательские и системные требования

На основании полученных моделей строятся пользовательские требования, т.е. как было сказано в начале описание на естественном языке функции, выполняемых системой, и ограничений, накладываемых на неё.

Пользовательские требования должны описывать внешнее поведение системы, основные функции и сервисы предоставляемые системой, её нефункциональные свойства. Необходимо выделить опорные точки зрения и сгруппировать требования в соответствии с ними. Пользовательские требования можно оформить как простым перечислением, так и используя нотацию вариантов использования.

Далее составляются системные требования. Они включают в себя:

**Требования к архитектуре системы.** Например, число и размещение хранилищ и серверов приложений.

**Требования к параметрам оборудования.** Например, частота процессоров серверов и клиентов, объём хранилищ, размер оперативной и видео памяти, пропускная способность канала и т.д.

**Требования к параметрам системы.** Например, время отклика на действие пользователя, максимальный размер передаваемого файла, максимальная скорость передачи данных, максимальное число одновременно работающих пользователей и т.д.

**Требования к программному интерфейсу.**

**Требования к структуре системы.**

Например *Масштабируемость, распределённость, модульность, открытость.*

– *масштабируемость* – возможность распространения системы на большое количество машин, не приводящая к потере работоспособности и эффективности, при этом способность системы наращивать свою мощность должна определяться только мощностью соответствующего аппаратного обеспечения.

– *распределенность* - система должна поддерживать распределённое хранение данных.

– *модульность* - система должна состоять из отдельных модулей, интегрированных между собой.

– *открытость* - наличие открытых интерфейсов для возможной доработки и интеграции с другими системами.

Требования по взаимодействию и интеграции с другими системами. Например, использование общей базы данных, возможность получения данных из баз данных определённых систем и т.д.

### Задание:

**Задание 1.** Составьте пользовательские требования, четко описывающие будущий функционал системы.

**Задание 2.** Составьте системные требования, включающие требования к структуре, программному интерфейсу, технологиям разработки, общие требования к системе (надежность, масштабируемость, распределённость, модульность, безопасность, открытость, удобство пользования и т.д.).

- Задание 3.** Составьте диаграмму идентификации точек зрения.  
**Задание 4.** Составьте диаграмму иерархии точек зрения.  
**Задание 5.** Составьте сценарий событий (последовательности действий).  
**Задание 6.** Результаты выполнения практического задания запишите в отчет.

**Вопросы:**

1. Дайте определение понятиям «первичные требования» и «детальные требования».
2. Какие виды требований различают? Что они описывают?
3. Что такое прослеживание требований?
4. Объясните, почему почти неизбежно, что требования, сформулированные разными лицами, будут противоречивы.
5. Определите назначение и использование основных опорных точек зрения, которые необходимо учесть в спецификации системы
6. В чем заключается стандартный метод анализа требований?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 4. Характеристики качества и методы выявления требований»

Цель работы: изучить критерии качества требований, выполнить тестирование спецификации требований. Теоретические сведения Требования обеспечивают основу для последующего тестирования – процесса анализа программного средства на предмет соответствия зафиксированным требованиям и/или ожиданиям и нуждам пользователя или заказчика. От качества сформированных требований зависит качество программного обеспечения, т.к. требования к программному продукту являются базой для генерации тестов и обнаружения дефектов, представляющих собой любое отклонение от спецификации. В связи с вышеизложенным при разработке программного обеспечения тестирование необходимо выполнять уже на стадии разработки спецификации (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Жизненный цикл проекта**

Тестирование требований является важным этапом разработки продукта, так как это приводит к: 1) снижению риска получить продукт, не отвечающий ожиданиям заказчика или нуждам конечных пользователей; 2) снижению затрат на разработку и тестирование продукта; 3) сокращению сроков сдачи готового продукта; 4) налаживанию взаимопонимания при создании продукта между всеми вовлеченными исполнителями. Выделяют 9 критериев качества требований: 1) корректность; 2) недвусмысленность; 3)

полнота; 4) непротиворечивость; 5) упорядоченность по важности и стабильности; 6) проверяемость; 7) модифицируемость; 8) трассируемость; Корректные требования. Набор требований к программному обеспечению является корректным тогда и только тогда, когда каждое требование, сформулированное в нем, представляет нечто, требуемое от создаваемой системы. Данная формулировка отражена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Множества потребностей и требований

Если левый круг (область А) представляет множество потребностей пользователя, а правый (область С) — требования, то корректные требования будут находиться в области пересечения кругов, область В. Недвусмысленные требования. Требование является недвусмысленным тогда и только тогда, когда его можно однозначно интерпретировать. Хотя главным свойством любого требования по праву считается корректность, неоднозначность зачастую представляет собой более сложную проблему. Если формулировка требований может по-разному интерпретироваться разработчиками, пользователями и другими участниками проекта, вполне может оказаться, что построенная система будет полностью отличаться от того, что представлял себе пользователь. Полнота набора требований. Набор требований является полным тогда и только тогда, когда он описывает все важные требования, интересующие пользователя, в том числе требования, связанные с функциональными возможностями, производительностью, ограничениями проектирования, атрибутами или внешними интерфейсами. Полный набор требований должен также задавать требуемый ответ программы на всевозможные классы ввода — как правильные, так и неправильные — во всевозможных ситуациях. Помимо этого, он должен содержать полные ссылки и подписи всех рисунков, таблиц и диаграмм набора требований, а также определения всех терминов и единиц измерения. Непротиворечивость набора требований. Множество требований является внутренне непротиворечивым, когда ни одно его подмножество, состоящее из отдельных требований, не противоречит другим подмножествам. Конфликты могут иметь различную форму и проявляться на различных уровнях детализации; если набор требований был написан достаточно формально и поддерживается соответствующими автоматическими средствами, конфликт иногда удается обнаружить посредством механического анализа. Но, скорее всего, разработчикам вместе с другими участниками проекта придется провести проверку множества требований вручную, чтобы удалить все потенциальные конфликты. Упорядочение требований по их важности и стабильности. В высококачественном наборе требований разработчики, клиенты и другие заинтересованные лица упорядочивают отдельные требования по их важности для клиента и стабильности. Этот процесс упорядочения особенно важен для управления масштабом. Если ресурсы недостаточны, чтобы в пределах выделенного времени и бюджета реализовать все требования, очень полезно знать, какие требования являются не столь уж обязательными, а какие пользователь считает критическими. Проверяемые требования. Требование в целом является проверяемым, когда каждое из составляющих его элементарных требований является проверяемым, т.е. когда можно протестировать каждое из них и выяснить, действительно ли они выполняются. Модифицируемый набор требований. Множество требований является модифицируемым, когда его структура и стиль таковы, что любое изменение требований можно произвести просто, полно и согласованно, не нарушая

существующей структуры и стиля всего множества. Для этого требуется, чтобы пакет требований имел минимальную избыточность и был хорошо организован, с соответствующим содержанием, индексом и возможностью перекрестных ссылок. Трассируемые требования. Требование в целом является трассируемым, когда ясно происхождение каждого из составляющих его элементарных требований и существует механизм, который делает возможным обращение к этому требованию при дальнейших действиях по разработке. На практике это обычно означает, что каждое требование имеет уникальный номер или идентификатор. Возможность трассировки имеет огромное значение. Разработчики могут использовать ее как для достижения лучшего понимания проекта, так и для обеспечения более высокой степени уверенности, что все требования выполняются данной реализацией. Существуют различные методы тестирования требований: 1. Метод просмотра (универсальный метод, выполняется бизнесаналитиком или тестировщиком): - Ознакомление с требованиями. - Проверка требований по критериям качества. - Оформление дефектов. - Оформление отчета. 2. Метод экспертизы (выполняется при участии команды из бизнесаналитиков, представителей заказчика, разработчиков, лояльных пользователей, тестировщиков): - Планирование. - Обзорная встреча. - Подготовка. - Сопровождение. - Переработка. - Завершающий этап. 3. Метод составления вариантов тестирования (выполняется тестировщиком). Варианты тестирования занимают промежуточную позицию между User Case и Test Case, помимо использования для тестирования требований в дальнейшем легко расширяются до Test Cases и составляют основу тестовой документации. Порядок выполнения работы

1. Протестировать спецификацию методом просмотра.
2. Отчет по тестированию спецификации
3. Оформить отчет и защитить лабораторную работу.

Вопросы:

1. Как выглядит жизненный цикл проекта?
2. Какие выделяют критерии качества?
3. Какие требования считаются проверяемыми?
4. Какие требования считаются модифицируемыми?
5. Какие требования считаются корректными?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 5. Концепция системы. Техническое задание»

Во время лабораторного практикума должна быть разработана программная система (в дальнейшем проект) средней сложности, при этом в соответствии с требованиями разработка системы должна вестись не единолично, а командой разработчиков, каждый из которых выполняет порученную ему часть проекта.

Задание: тема проекта выдается преподавателем (в дальнейшем это руководитель проекта) в соответствии с темой проекта команда обучающихся разрабатывает техническое задание (ТЗ).

Техническое задание состоит из трех частей:

1. содержание задания, в котором перечисляются все основные составные этапы выполнения проекта;
2. исходные данные к проекту;
3. календарный план выполнения работ.

Часть 1 – «Содержание задания». Данная часть ТЗ фиксирована, в ней перечислены основные составные этапы выполнения проекта.

ООАП (Object-Oriented Analysis/Design) технология разработки программных систем, в основу которых положена объектно-ориентированная методология представления предметной области в виде объектов, являющихся экземплярами соответствующих классов. Методология ООАП тесно связана с концепцией автоматизированной разработки программного обеспечения (Computer Aided Software Engineering, CASE) и языком моделирования UML (Unified Modeling Language).

Часть 2 – «Исходные данные к проекту» включает в себя следующие подразделы:

1. Характеристики объекта автоматизации (или управления);
2. Требования к информационному обеспечению.
3. Требования к техническому обеспечению.
4. Требования к программному обеспечению.
5. Общие требования к проектируемой системе.
6. Перечень дополнительных работ (если необходимо).

Характеристики объекта автоматизации. Здесь указываются общие характеристики объекта автоматизации, характерные для рассматриваемой предметной области:

- a. полное название объекта (ов);
- b. условия его функционирования;
- c. количественные и качественные показатели объекта, которые являются ограничениями процесса функционирования.

В качестве примера рассмотрим проект «Автоматизированная система составления и разгадывания линейного кроссворда по выбранной теме», ТЗ на который приведено в приложении Б.

Понятие «объект автоматизации» в явном виде в ГОСТ 34.602-89 нигде не определено, но если внимательно прочитать п. 2.4.1. «В подразделе «Назначение системы» указывают вид автоматизируемой деятельности (управление, проектирование и т. п.) и перечень объектов автоматизации (объектов), на которых предполагается ее использовать»<sup>1</sup>, то из него следует, что под «объектами автоматизации» авторы понимали вовсе не процессы. Будем считать, что объектом автоматизации может быть только материальный (интеллектуальный) объект – организация, магазин, цех, отдел, и так далее.

Комментарии к примеру. Из названия темы следует, что в данном случае объект автоматизации – это линейный кроссворд, а виды автоматизируемой деятельности – это процессы:

1. составления/ генерирования кроссворда;
2. разгадывания кроссворда;
3. работы со словарем понятий.

Обращаю Ваше внимание на то, чем составление кроссворда отличается от генерирования: в первом случае пользователь вручную составляет кроссворд (добавляет понятия, удаляет понятия и т.п.), во втором (генерирование) кроссворд составляется системой автоматически в соответствии с теми настройками, которые выполнил пользователь. Процесс составления во многом дублирует функции, которые будет выполнять пользователь при редактировании кроссворда, поэтому процесс редактирования кроссворда не нужно выделять отдельно.

Для каждого процесса в ТЗ должны быть указаны количественные показатели-ограничения, для того, чтобы их правильно выбрать, необходимо знать начальные сведения о структуре самого объекта, каким образом будет проходить его построение и разгадывание. Отправной точкой является определение линейного кроссворда (ЛК). Итак, ЛК – это «цепочка слов, которая строится методом стыкования, где последняя буква первого слова является первой буквой второго и т. д. В чайнворде, как и в кроссворде, используются только имена существительные в именительном падеже и единственном числе». Так как ЛК строится из слов, то необходимо указать ограничение на длину слова: минимальную длину слова можно определить равную 3, а максимальную – 15, потому что чаще всего кроссворды будут составляться на бытовые темы и сам ЛК не должен быть очень простым. Чтобы ЛК было интересно разгадывать, он не должен быть очень коротким, поэтому минимальное количество слов, например, 5, а максимальное – 15. Идем дальше: «слова в чайнворде не пересекаются, а только стыкуются друг с другом. Иногда цепочку слов изгибают для придания сетке причудливой формы. Длинная изогнутая цепочка может неоднократно пересекать саму себя, как слова в кроссворде, такая головоломка обычно называется кроссчайнвордом». Исходя из этого, можно задать следующее ограничение – на форму отображения ЛК: обычная (линейная), спираль, змейка, W-образная. «В линейных кроссвордах слова могут перекрываться не только одной, но и двумя или тремя буквами,

поэтому их длина указывается в скобках при определении к слову», эта часть описания ЛК дает еще одно ограничение: количество букв в пересечении от 1 до 3. В качестве пожелания, заказчик отметил, что ЛК необходимо строить в двух режимах: ручном и автоматическом (генерация кроссворда), из этого следует еще одно ограничение – составление кроссворда осуществляется с привязкой к словарю понятий. Для того чтобы системы была более универсальной (необходимо обеспечить создание тематических кроссвордов или на общие области знаний), заказчик предложил загружать в систему внешние словари понятий и обеспечить ему возможность редактировать их содержимое. При разгадывании кроссворда могут возникнуть затруднения, поэтому (в соответствии с пожеланиями заказчика) в системе должна быть организована система подсказок, количество которых можно связать с количеством слов – не менее 1 и не более 10% от количества слов.

Требования к информационному обеспечению. Разработка информационного обеспечения (ИО) – наиболее важная часть проекта, она может оказать существенное влияние на весь процесс разработки, поэтому уже на стадии разработки ТЗ необходимо определить:

1. на основании каких документов разрабатывается методическое и информационное обеспечение системы (нормативные и другие документы);
2. перечень исходных данных:
  - a. какие массивы данных используются и в каких форматах;
  - b. на каких носителях эти данные будут поставляться в систему;
3. перечень выходных данных:
  - a. какие массивы данных будут являться результатом работы ПС;
  - b. какие документы будут представлены пользователю и в каком виде (указывается вид носителя) и с какой периодичностью;
  - c. какие требования по целостности данных и их защите должны быть выполнены в проектируемой системе.

Особо должны быть выделены файл-серверные и клиент-серверные части информационного обеспечения, если таковые имеются.

Комментарии к примеру. Для разработки данной системы никаких нормативных документов не требуется (стандартов, инструкций и т.п.), поэтому необходимо только сослаться на информацию, где определена структура и свойства ЛК, а также требования к его построению. Также необходимо определить требования по входным и выходным данным. Большинство параметров ЛК будут задаваться пользователем в режиме диалога: он обязательно должен подключить словарь понятий, из которого будут формироваться задания для кроссворда. В данном случае «словарь понятий» – это текстовый файл определенной структуры (каждая строка файла – это понятие и его расшифровка), который должен загружаться в систему из внешней памяти (с любого логического диска), с которым пользователь должен иметь возможность работать дополнительно. Обязательное условие заказчика – возможность создания коллекции ЛК, поэтому в системе должна быть предусмотрена возможность сохранения наиболее интересных кроссвордов в файл. На данном этапе еще трудно определить структуру этого файла (она должна учитывать и возможность дальнейшего разгадывания кроссворда с помощью данной системы), поэтому можно написать, что «структура файла определяется в процессе проектирования». Обязательным условием составления любого типа кроссвордов является его целостность (для данного случая это отсутствие пустых клеток в середине ЛК), поэтому это обязательно должно быть записано в требованиях.

Требования к техническому обеспечению. Здесь формулируются ограничения по составу технических средств автоматизации с указанием конкретных типов оборудования и ЭВМ или их составляющих, используемых в проекте, если они заранее известны. Иначе в этом разделе указывается, что состав комплекса технических средств системы определяется в процессе проектирования системы.

Требования к программному обеспечению. Здесь приводится перечень используемых системных и прикладных программных средств, включая операционную систему, систему программирования, систему управления базами данных (в случае необходимости) и другие

инструментальные средства (например, среда проектирования) с точным наименованием версий, если они заранее известны. Иначе указывается, что состав программного обеспечения определяется в процессе проектирования системы. Дополнительно могут быть указаны требования по совместимости разрабатываемого программного обеспечения с существующими системами.

Общие требования к проектируемой системе. В данной части ТЗ отдельно выделяется подраздел «Функции, реализуемые системой». В нем приводится подробный перечень функций, которые должна выполнять проектируемая система (или подсистема) в процессе ее эксплуатации. Отдельно должны быть выделены функции ввода данных, их обработки, передачи, хранения, а также формирования отчетов с выдачей на экран или печатающие устройства, функции управления, работа со справочниками и различные сервисные (обслуживающие систему) функции. Формулировка функций должна быть однозначной и конкретной, так как именно она является основой приемки проекта руководителем и проверки на полноту и качество реализованной системы или подсистемы.

Комментарии к примеру. Функции, которые должна выполнять данная система, определяются в первую очередь видами автоматизируемой деятельности, которые были определены в п.2.1 ТЗ, часть из них уже была выявлена в ходе обсуждения ограничений на ЛК. Среди неявных функций, про которые не должны забывать разработчики, это:

- а. Визуализация процессов работы с кроссвордом;
- б. Выдача сведений о системе (справочные данные о системе и о том, как с ней работать).

Нужно отметить, что многие перечисленные в ТЗ функции, не раскрываются подробно, их необходимо будут детализировать при разработке функциональной спецификации (лабораторная работа №5).

В других подразделах оговариваются специальные технические требования, предъявляемые к системе:

- по быстродействию (времени реакции на выполнение наиболее важных функций);
- по режиму работы (диалоговый/интерактивный, автоматический);
- по точности (в случае, если в системе производятся математические расчеты, требующие минимизации вычислительных погрешностей, или используются внешние информационные источники (датчики, измерители и т.п.));
- по достоверности;
- по условиям функционирования (диапазон температур, относительная влажность, давление, наличие в атмосфере пыли, вредных примесей и т.д.),

а также все другие количественные и качественные показатели, определяющие эффективность функционирования системы. Кроме того, в данном разделе указываются санитарные правила и нормы (СанПин 2.2.2./2.4.2198-07) и ГОСТы, требования которых необходимо учитывать при разработке такого класса систем, с учетом того, что системы разворачиваются на средствах вычислительной техники.

Часть 3 – Календарный план выполнения работ. Технология RAD, как уже говорилось выше, требует жесткого следования плану-графику работ, поэтому в ТЗ оговариваются ключевые задания, по которым преподаватель должен проводить обязательный контроль. Каждый из перечисленных этапов должен завершаться полностью готовой документацией, согласованной с заказчиком (руководителем). Невыполнение в срок какого-либо из этапов может привести либо к сдвигу «контрольных точек» по оставшимся этапам, либо к незавершению проекта в срок.

В заключение хотелось бы отметить, что процесс составления ТЗ на систему:

1. требует от разработчиков коллективных обсуждений и принятия ответственных решений;
2. позволяет выявить наиболее «узкие» места проекта и оценить возможные риски;
3. дает возможность команде разработчиков распределить между собой все виды выполняемых работ, сосредоточив в дальнейшем усилия на концептуальных аспектах проекта;

4. определить наиболее приоритетные функции, которые будут составлять каркас системы.

Вопросы:

1. Что такое техническое задание?
2. Для чего нужно техническое задание?
3. Как правильно составляется техническое задание?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 6. Язык моделирования и процесс моделирования»

1. Постройте диаграмму вариантов использования для выбранной информационной системы.

2. Выполните реализацию вариантов использования в терминах взаимодействующих объектов и представляющую собой набор диаграмм:

- диаграмм классов, реализующих вариант использования;
- диаграмм взаимодействия (диаграмм последовательности и кооперативных диаграмм), отражающих взаимодействие объектов в процессе реализации варианта использования.

3. Разделить классы по пакетам используя один из механизмов разбиения.

4. Постройте диаграмму состояний для конкретных объектов информационной системы.

5. Построить отчёт, включающий все полученные уровни модели, описание функциональных блоков, потоков данных, хранилищ и внешних объектов.

Вопросы:

1. Что является целью моделирования данных?
2. Что такое сущность?
3. Что такое экземпляр сущности?
4. Что называют связью?
5. Что обычно подразумеваются под ресурсами?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 7. Понятие модели, классификация моделей, оптимизационные модели»

В соответствии со своим вариантом разработать модель ER.

Примерный перечень индивидуальных заданий:

1. Информационная система ВУЗа.
2. Информационная система проектной организации.
3. Информационная система библиотеки.
4. Информационная система аптеки.
5. Информационная система городской телефонной сети.
6. Информационная система фотоцентра.
7. Информационная система железнодорожной пассажирской станции.
8. Информационная система альпинистского клуба.
9. Информационная система поликлиники.
10. Информационная система Городской Думы.
11. Информационная система рыболовной фирмы.
12. Информационная система фирмы, проводящей аукционы.
13. Информационная система учета успеваемости студентов.
14. Информационная система учета аудиторного фонда университета.
15. Информационная система учета происшествий.
16. Информационная система учета и проведения конференций.
17. Информационная система обслуживания склада.
18. Информационная система музыкального магазина.
19. Информационная система деканат.

## 20. Информационная система «отдел кадров университета».

Вопросы:

1. Что такое степень связи?
2. Что такое мощность и каких типов она бывает?
3. Какие типы связей бывают?
4. Какие виды идентификаторов существуют?
5. Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 9. Оценка адекватности моделей»

Данные вычислительного эксперимента для обработки

№ опыта	Кодированные параметры						y1	y2	y3	
	x0	x1	x2	x3	x1x2	x2x3				x1x3
1.	+	+	+	+	+	+	+	0.2	0.22	0.2
2.	+	+	+	-	+	-	-	0.1	0.11	0.08
3.	+	+	-	+	-	-	+	0.14	0.14	0.17
4.	+	+	-	-	-	+	-	0.11	0.1	0.13
5.	+	-	+	+	-	+	-	0.26	0.23	0.29
6.	+	-	+	-	-	-	+	0.13	0.1	0.12
7.	+	-	-	+	+	-	-	0.19	0.2	0.3
8.	+	-	-	-	+	+	+	0.09	0.11	0.09

1. Рассчитать дисперсию (воспроизводимости) (1)
2. Оценить однородность дисперсий методом Кохрена
3. Рассчитать коэффициенты уравнения регрессии по формулам
4. Составить математическую модель.
5. Рассчитать доверительный интервал коэффициентов уравнений регрессии (2) и оценить значимость коэффициентов.
6. Проверить полученную модель на адекватность.

Вопросы:

1. Какие принципы используются для построения математической модели в виде уравнения регрессии?
2. Какое влияние на математическую модель оказывает наличие неконтролируемых факторов?
3. Для чего проводится оценка значимости коэффициентов модели?
4. Опишите процедуру оценки значимости коэффициентов модели.
5. Как проводится оценка адекватности модели?
6. Чем объясняется неадекватность математической модели?
7. Какие методы используются для получения адекватной модели, если она неадекватна?

### 3.4 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-1.1 УК-1.1	Тема 1. Проектирование сложных систем. Предметная область	Знание	2 – 3ТЗ
ПК-1.1 УК-1.2	Тема 2. Методология проектирования. Области проектирования	Знание	2 – 3ТЗ
		Умение	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ

ПК-1.1 УК-1.2	Тема 3. Требования пользователей к системе: виды, этапы разработки, источники	Знание	2 – 3ТЗ
		Умение	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
		Навык	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
ПК-1.1 УК-1.2	Тема 4. Характеристики качества и методы выявления требований	Знание	2 – 3ТЗ
		Умение	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
ПК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Тема 5. Концепция системы. Техническое задание	Знание	2 – 3ТЗ
		Умение	6 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
		Навык	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
ПК-1.1 УК-1.3	Тема 6. Язык моделирования и процесс моделирования	Знание	6 – 3ТЗ
		Умение	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
		Навык	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
ПК-1.1 УК-1.3	Тема 7. Понятие модели, классификация моделей, оптимизационные модели	Знание	6 – 3ТЗ
		Умение	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
		Навык	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
ПК-1.1 УК-1.2	Тема 8. Методы оценивания параметров модели	Знание	6 – 3ТЗ
		Умение	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
		Навык	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
ПК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Тема 9. Оценка адекватности моделей	Знание	2 – 3ТЗ
		Умение	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
		Навык	2 – 0ТЗ 2 – 3ТЗ
		Итого	100

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

1. Что такое сложная система в контексте проектирования?
  - а) Система, имеющая сложную внешнюю структуру
  - б) Система, в которой много компонентов и взаимосвязей
  - в) Система, имеющая высокую стоимость
  
2. Что представляет собой системный анализ?
  - а) Исключительно анализ индивидуальных элементов системы
  - б) **Метод анализа, направленный на изучение и оптимизацию функционирования системы в целом**
  - в) Анализ данных с использованием статистических методов
  
3. Какие из следующих задач обычно решаются с помощью системного анализа?
  - а) Анализ маркетинговых трендов
  - б) **Определение причин и последствий изменений в системе**
  - в) Разработка графического дизайна для веб-сайта
  
4. Какие из следующих задач обычно решаются с помощью системного анализа?
  - а) **Определение причин и последствий изменений в системе**
  - б) Подбор кадров для компании

- c) Разработка новой рекламной кампании
  - d) Изучение географических карт
5. Какие методы могут использоваться при построении сложных систем?
- a) Только разработка интерфейса
  - b) Интеграция компонентов, моделирование, тестирование и анализ требований**
  - c) Определение структуры здания
  - d) Создание маркетинговой стратегии
6. Что представляет собой концепция «системное мышление»?
- a) Исключительно анализ отдельных компонентов
  - b) Подход к рассмотрению системы в целом, учитывая взаимосвязи и влияние ее компонентов**
  - c) Создание математических моделей
  - d) Анализ потоков данных
7. Какое понятие используется для описания способности системы восстанавливаться после возникновения сбоев?
- a) Интеграция
  - b) Устойчивость (Resilience)**
  - c) Моделирование
  - d) Тестирование
8. В чем заключается понятие «интеграция» в построении сложных систем?
- a) Объединение различных компонентов системы в единое целое, обеспечивающее их взаимодействие**
  - b) Разделение системы на независимые части
  - c) Разработка пользовательского интерфейса
  - d) Проведение анализа данных
9. Какое значение имеет анализ требований при построении сложных систем?
- a) Определение функциональных и нефункциональных требований, которые должны быть удовлетворены системой**
  - b) Построение графиков производственных процессов
  - c) Создание рекламной кампании
  - d) Оценка бюджета проекта
10. Какой инструмент системного анализа широко используется для визуализации структуры сложных систем и их компонентов?

**Ответ: Диаграмма блоков (Block Diagram).**

11. Какой объект анализируется в системном анализе?

**Ответ: Система.**

12. Что подразумевается под «структурной декомпозицией» в построении сложных систем?

**Ответ: Разделение.**

13. Какие факторы включает SWOT-анализ?

**Ответ: Сильные и слабые стороны, возможности, угрозы.**

14. Какие инструменты помогают визуализировать процессы в сложных системах?

**Ответ: Диаграммы, графики.**

15. Какие вызовы возникают при моделировании сложных систем?

**Ответ: Несовершенство данных.**

16. Что означает термин «системная динамика»?

**Ответ: Динамическое моделирование.**

17. Какие этапы включает в себя анализ системы?

**Ответ: Сбор данных, моделирование, анализ.**

18. Что охватывает понятие «взаимосвязанные элементы» в сложных системах?

**Ответ: Взаимодействие.**

### **3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену**

(для оценки знаний)

Раздел 1 Введение. Основные понятия проектирования сложных систем.

1. Что представляет собой предметная область.
2. В чём заключается системный подход к проектированию сложных систем?
3. Что такое математическая модель системы?
4. Перечислите основные классы моделей систем.
5. Приведите основные этапы моделирования систем.
6. Объясните содержание этапа концептуализации модели системы.
7. В чём заключается этап построения логической модели, алгоритмизации и программирования модели системы?
8. Как проверяется достоверность модели на различных этапах моделирования?

Раздел 2 Требования пользователей к системе.

9. Приведите математическую схему взаимодействия элементов сложной системы.
10. Опишите стадии проектирования.
11. Техническое задание
12. Жизненный цикл. Его стадии.
13. В чём заключается структурный подход к проектированию сложных систем?
14. В чём заключается объектно-ориентированный подход к проектированию сложных систем

Раздел 3. Язык моделирования и процесс моделирования. Моделирование сложных систем.

15. Универсальный язык объектно-ориентированного моделирования.
16. Моделирование потоков данных и управления в системе.
17. Моделирование предметной области. Функционально-ориентированное и объектно-ориентированное описание предметной области.
18. Составляющие проекта по созданию сложной системы.
19. Методология проектирования.
20. Проблемы проектирования.
21. Методы выявления требований к системе.
22. Характеристики качества системы.
23. Требования пользователей к системе: виды, этапы.

Раздел 4. Математическое моделирование. Оценка параметров модели.

24. Классификация моделей.
25. Оптимизационные модели.
26. Статистические модели. Модель Гальтона.
27. Общий вид регрессионного уравнения.
28. Методы оценивания параметров модели.
29. Оценка адекватности моделей.
30. Свойства оценок.
31. Задачи задания расстояния. Способы их решения.

### **3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену**

(для оценки умений)

1. Построить матрицы, описывающие систему.
2. Проанализировать наблюдаемость и управляемость.
3. Построить каноническую форму ненаблюдаемой системы.
4. Выделить первую подсистему и проверить ее наблюдаемость.
5. Построить каноническую форму неуправляемой системы.
6. Выделить первую подсистему и проверить ее управляемость.
7. Построить каноническую форму Жордана матрицы F с помощью оператора  $[A,B]=\text{eig}(F)$ , найти корни характеристического уравнения.
8. Построить каноническую форму Кронекера.
9. Произвести преобразование подобия матрицы F, найти собственные числа преобразованной и исходной матриц, сравнить их.
10. Найти сингулярное разложение матрицы F с помощью оператора  $[U,S,V]=\text{SVD}(F)$ ; взять 2-3 столбца матрицы U в качестве строк матрицы
11.  $U^*$ ; найти произведение  $A=U^*F$  и его фробениусову норму с помощью
12. оператора  $\text{NORM}(A, 'fro')$  и сравнить с суммой квадратов соответствующих сингулярных чисел

### 3.7 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Построить регрессионное уравнение  $y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3$  для заданной предметной области и описать стадии проектирования сложной системы для вычисления регрессионных уравнений.

$$x = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 4 \\ 5 & 6 & 8 \\ 2 & 7 & 2 \\ 8 & 4 & 4 \\ 6 & 3 & 5 \\ 3 & 1 & 6 \end{pmatrix} y = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \\ 7 \\ 4 \\ 1 \\ 6 \end{pmatrix}$$

2. Преобразовать задачу ЛП к нормальной форме и выявить требования для системы преобразования задачи ЛП к данной форме представления.

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 &- \max \\ -x_1 + 7x_2 &= 8 \\ 4x_1 + x_2 &\geq 7 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

3. Преобразовать задачу ЛП к канонической форме и выявить проблемы при проектировании системы для данного решения данного вида задач.

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 &- \max \\ -x_1 + 7x_2 &= 8 \\ 4x_1 + x_2 &\geq 7 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

4. Решить задачу задания расстояния по варианту, представленному преподавателем. Описать стадии проектирования системы для вычисления данного вида задач.

5. Выполните реализацию вариантов использования в терминах взаимодействующих объектов и представляющую собой набор диаграмм:

- диаграмм классов, реализующих вариант использования;

- диаграмм взаимодействия (диаграмм последовательности и кооперативных диаграмм), отражающих взаимодействие объектов в процессе реализации варианта использования.

6. Диаграмма прецедентов системы онлайн покупки авиабилетов.
7. Диаграмма классов системы онлайн покупки авиабилетов.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Доклад	Защита докладов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему докладов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

#### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения**

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

### Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 20__-20__ учебный год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «<u>Проектирование сложных систем</u>»</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «ИСиЗИ» ИрГУПС _____</p>
<p>1. Характеристики качества системы 2. Жизненный цикл. Его стадии 3. Преобразовать задачу ЛП к нормальной форме и выявить требования для системы преобразования задачи ЛП к данной форме представления.</p> <p><math>2x_1+x_2 = \max</math> <math>-x_1+7x_2 = 8</math> <math>4x_1+x_2 \geq 7</math> <math>x_1, x_2 \geq 0</math></p> <p>4. Построить матрицы, описывающие систему.</p>		