



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
Решением Ученого совета ИЦТЭ КГЭУ
Протокол №7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института цифровых
технологий и экономики

_____ Э.И. Беляев

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.02.01 Имитационное моделирование

Направление
подготовки

01.03.04 Прикладная математика

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Цифровые системы и модели	Доцент кафедры, к.т.н, доцент.	Беляев Э.И.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Согласована	ЦСМ	19.05.2023	Протокол №5	_____ Зав.каф., к.ф.-м.н., доц. Смирнов Ю. Н.
Согласована	Учебно-методический совет ИЦТЭ	30.05.2023	Протокол №7	_____ Директор, к.т.н., доц. Беляев Э.И.
Одобрена	Ученый совет ИЦТЭ	30.05.2023	Протокол №9	_____ Директор, к.т.н., доц. Беляев Э.И.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование базового объема теоретических знаний о современных технологиях компьютерного моделирования систем в среде AnyLogic и Vensim, на основе которых формируются практические навыки по анализу причинно-следственных связей, прогнозированию, планированию, принятию управленческих решений

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 - Способен предлагать к внедрению актуальные цифровых решения задач предприятия	ПК-1.1 - Способен выбирать актуальные цифровые решения задач предприятия
	ПК-1.2 - Способен внедрять и сопровождать актуальные цифровые решения задач предприятия

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Математические модели и методы

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Проектный практикум

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			ы
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	67	67
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,44	52	52
Лекции	0,5	18	18
Практические (семинарские) занятия	0	0	0
Лабораторные работы	0,94	34	34
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,56	92	92
Проработка учебного материала	1,56	56	56
Курсовой проект	0	0	0
Курсовая работа	0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36

Промежуточная аттестация:	-
	Э

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Основы цифрового моделирования организационно-технических систем	32	4	8	-	14	ТК1	ПК-1.У, ПК-1.3, ПК-1.В
Раздел 2. Моделируемые системы	32	4	8	-	14	ТК2	ПК-1.У, ПК-1.3, ПК-1.В
Раздел 3. Использование программных продуктов имитационного моделирования	32	4	8	-	14	ТК 3	ПК-1.У, ПК-1.3, ПК-1.В
Раздел 4. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic	48	6	10	-	14	ТК 4	ПК-1.У, ПК-1.3, ПК-1.В
Экзамен	36	-	-	-	36	ОМ	ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В
ИТОГО	144	18	34	-	92		

3.3. Содержание дисциплины

Тематический план лекционных занятий

Раздел 1. Основы цифрового моделирования организационно-технических систем.

Объект, предмет, задачи имитационного моделирования. Моделирование как метод научного познания. Использование моделирования при исследовании и проектировании цепей поставок. Перспективы развития методов и средств моделирования.

Раздел 2. Моделируемые системы.

Методика разработки и машинной реализации моделей систем. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.

Раздел 3. Использование программных продуктов имитационного

моделирования.

Основы систематизации языков имитационного моделирования и их сравнительный анализ. Пакеты прикладных программ моделирования систем.

Раздел 4. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic

Методы теории планирования экспериментов. Стратегическое и тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен планом.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Непрерывно-детерминированные модели. Дискретно-детерминированные модели.

Построение концептуальных моделей систем и их формализация.

Основы систематизации языков имитационного моделирования и их сравнительный анализ. Пакеты прикладных программ моделирования систем.

Принципы объектно-ориентированного программирования. Понятие класса Java.

Иерархические модели процессов функционирования систем. Моделирование процессов функционирования систем на базе Q-, N-, A-схем.

Гносеологические и информационные модели при управлении.

Модели в адаптивных системах управления.

Моделирование в системах управления в реальном масштабе времени.

Моделирование при разработке распределительных автоматизированных систем и информационных сетей.

Моделирование при разработке организационных и производственных систем.

Стратегия решения задач оптимизации. Представление модели.

Оптимизация направлений деятельности организации.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен планом.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.1	знать:				
		выбирать актуальные технические средства и среды разработки	Знает общие принципы выбора актуальных технических средств и сред разработки	Знает общие принципы выбора актуальных технических средств и сред разработки, допускает незначительные ошибки при ответе	Плохо знает общие принципы выбора актуальных технических средств и сред разработки, допускает значительные ошибки при ответе	Уровень знаний ниже минимального требования, плохо ориентируется в вопросе
		уметь:				
		анализировать требования к программной системе	Демонстрирует способность анализа требования к программной системе	Демонстрирует способность анализа требования к программной системе, допускает незначительные ошибки при ответе	Частично демонстрирует способность анализа требования к программной системе, допускает грубые ошибки	Не сформированы умения анализировать требования к программной системе
владеть:						

		навыками выбора технических средств и сред разработки	Продемонстрированы навыки выбора технических средств и сред разработки без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки выбора технических средств и сред разработки без ошибок и недочетов, допущен ряд незначительных ошибок	Имеется минимальный набор навыков выбора технических средств и сред разработки	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены значительные ошибки
ПК-1.2	знать:					
	методы внедрения имитационных моделей	Знает методы внедрения имитационных моделей	Знает методы внедрения имитационных моделей, допускает незначительные ошибки при ответе	Плохо знает методы внедрения имитационных моделей, допускает значительные ошибки при ответе	Уровень знаний ниже минимального требования, плохо ориентируется в вопросе	
	уметь:					
	использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации	Демонстрирует умение использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации	Демонстрирует умение использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации, допускает незначительные ошибки при ответе	Частично демонстрирует умения использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации, допускает грубые ошибки	Не сформированы умения использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации	
владеть:						
	инструментами имитационного моделирования	Продемонстрированы навыки владения инструментами имитационного моделирования	Продемонстрированы навыки владения инструментами имитационного моделирования, допущен ряд незначительных ошибок	Имеется минимальный набор навыков владения инструментами имитационного моделирования	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены значительные ошибки	

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Авторская имитация систем и сетей с очередями : учебное пособие / Ю. И. Рыжиков, 2022. - 109 с. - Текст : электронный.
2. Палей А. Г. Имитационное моделирование. Разработка имитационных моделей средствами iWebsim и AnyLogic : учебное пособие / А. Г. Палей, Г. А. Поллак, 2022. - 205 с. - Текст : электронный.
3. Семенов А. Д. Моделирование систем управления : учебник / А. Д. Семенов, Н. К. Юрков, 2023. - 326 с. - Текст : электронный..

5.1.2.Дополнительная литература

1. Кораблев, Юрий Александрович. Имитационное моделирование. Практикум : учебное пособие / Ю. А. Кораблев, 2021. - 153 с. - Текст : электронный.
2. Затонский А. В. Моделирование объектов управления в MatLab : учебное пособие / А. В. Затонский, Л. Г. Тугашова, 2022. - 143 с. - Текст : электронный.
3. Чертовской В. Д. Моделирование процессов адаптивного автоматизированного управления производством : монография / В. Д. Чертовской, 2022. - 198 с. - Текст : электронный.
4. Петров А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров, 2022. - 288 с. - Текст : электронный.
5. Кутузов О. И. Моделирование систем. Методы и модели ускоренной имитации в задачах телекоммуникационных и транспортных сетей : учебное пособие / О. И. Кутузов, 2022. - 129 с. - Текст : электронный..

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Портал «Открытое образование»	https://npoed.ru
5	Российская национальная библиотека	https://nlr.ru/
6	КиберЛенинка	https://cyberleninka.ru
7	Техническая библиотека	https://techlibrary.ru
8	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/

9	Аналитическая платформа Loginom	https://loginom.ru
10	Маркетплейс Loginom	https://marketplace.loginom.ru

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный интернет-портал правовой информации	http://pravo.gov.ru	http://pravo.gov.ru
2	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://consultant.ru	http://consultant.ru
3	Справочно-правовая система по законодательству РФ	http://garant.ru	http://garant.ru

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия, тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
2	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия, тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
3	Microsoft Windows 10	Пользовательская операционная система	Договор №133/2021 от 12.10.2021, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно
4	Microsoft Office 2019	Пакет офисных приложений	Договор №133/2021 от 12.10.2021, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения

Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Лабораторные работы	Компьютерный класс, ауд. Д-424	Специализированная учебная мебель на 25 посадочных мест, 25 компьютеров с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, необходимое лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс, ауд. Д-427	Специализированная учебная мебель на 25 посадочных мест, 21 компьютер с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, необходимое лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс, ауд. Д-420	Специализированная учебная мебель на 20 посадочных мест, 20 компьютеров с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, необходимое лицензионное программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет Д-418	Специализированная учебная мебель на 20 посадочных мест, 20 компьютеров с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, необходимое лицензионное программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с

нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности

по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



КГЭУ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.01.02.01 Имитационное моделирование

г. Казань, 2023

аттестации. Тест									
В письменной форме по билетам									0-30

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.1	знать:				
		выбирать актуальные технические средства и среды разработки	Знает общие принципы выбора актуальных технических средств и сред разработки	Знает общие принципы выбора актуальных технических средств и сред разработки, допускает незначительные ошибки при ответе	Плохо знает общие принципы выбора актуальных технических средств и сред разработки, допускает значительные ошибки при ответе	Уровень знаний ниже минимального требования, плохо ориентируется в вопросе
		анализировать требования к программной системе	Демонстрирует способность анализа требования к программной системе	Демонстрирует способность анализа требования к программной системе, допускает незначительные ошибки при ответе	Частично демонстрирует способность анализа требования к программной системе, допускает грубые ошибки	Не сформированы умения анализировать требования к программной системе
		владеть:				

		навыками выбора технических средств и сред разработки	Продемонстрированы навыки выбора технических средств и сред разработки без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки выбора технических средств и сред разработки без ошибок и недочетов, допущен ряд незначительных ошибок	Имеется минимальный набор навыков выбора технических средств и сред разработки	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены значительные ошибки
ПК-1.2	знать:					
	методы внедрения имитационных моделей	Знает методы внедрения имитационных моделей	Знает методы внедрения имитационных моделей, допускает незначительные ошибки при ответе	Плохо знает методы внедрения имитационных моделей, допускает значительные ошибки при ответе	Уровень знаний ниже минимального требования, плохо ориентируется в вопросе	
	уметь:					
	использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации	Демонстрирует умение использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации	Демонстрирует умение использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации, допускает незначительные ошибки при ответе	Частично демонстрирует умения использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации, допускает грубые ошибки	Не сформированы умения использовать имитационное моделирование для решения задач оптимизации	
владеть:						
	инструментами имитационного моделирования	Продемонстрированы навыки владения инструментами имитационного моделирования	Продемонстрированы навыки владения инструментами имитационного моделирования, допущен ряд незначительных ошибок	Имеется минимальный набор навыков владения инструментами имитационного моделирования	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены значительные ошибки	

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение тестовых заданий; глубокое знание основ разработки имитационных моделей, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение тестовых заданий; понимание методов анализа эффективности, достаточно полные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение тестовых заданий, слабые ответы на теоретические вопросы билета или невыполнение практического задания;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение тестовых заданий, слабые и неполные ответы на теоретические вопросы билета и невыполнение практического задания.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Пример задания «Отчет по лабораторной работе (ОЛР)» (ТК 1):

Изучение инструментальных средств моделирования систем

Пример задания «Отчет по лабораторной работе (ОЛР)» (ТК 2):

Изучение теории массового обслуживания как основы моделирования стохастических систем

Пример задания «Отчет по лабораторной работе (ОЛР)» (ТК 3):

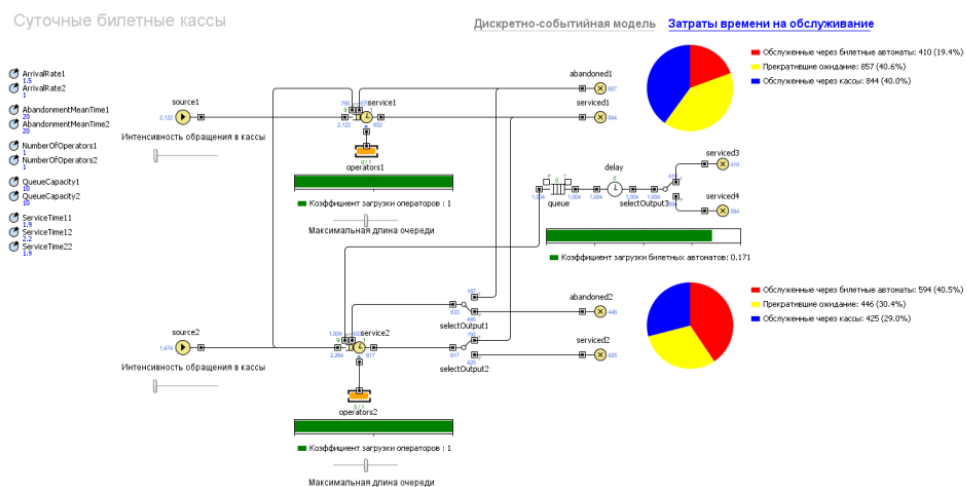
На склад готовой продукции предприятия каждые 5 ± 2 мин поступают

изделия типа А партиями по 500 штук, а каждые 20 ± 5 мин – изделия типа В партиями по 2000 штук. С интервалом времени 10 ± 5 мин к складу подъезжают автомашины, в каждую из которых надо погрузить по 1000 штук изделий типа А и В. Погрузка начинается, если изделия обоих типов имеются на складе в нужном количестве, и продолжается 10 ± 2 мин. У склада одновременно могут находиться не более трех автомашин, включая автомашину, стоящую под погрузкой. Автомашины, не нашедшие места у склада, уезжают с его территории без груза. Смоделировать работу склада при условии, что загрузиться должны 50 автомашин. Подсчитать число автомашин, уехавших без груза. Определить среднее и максимальное количество изделий каждого типа, хранящихся на складе.

Для решение задания необходимо использовать дискретно-событийную модель в AnyLogic.

Пример задания «Отчет по лабораторной работе (ОЛР)» (ТК 4):

В двухканальную систему массового обслуживания поступают два типа заявок (клиентов): 1 типа с интенсивностью $ArrivalRate1=1.5$ чел./мин., 2 типа с интенсивностью $ArrivalRate2=1$ (рис.1). Так как время, затрачиваемое пассажиром на приобретение билета, не должно превышать $T = 20$ мин., то клиенты, находящиеся в очереди слишком долго, прекращают ожидание. Поэтому для первого и второго типов клиентов среднее время $AbandonmentTimeMean1$ и $AbandonmentTimeMean2$ равно 20 (мин.). Максимальное время ожидания распределено экспоненциально. Клиенты обслуживаются в двух билетных кассах с числом кассиров соответственно: $NumberOfOperators1=1$ и $NumberOfOperators2=1$. Время обслуживания клиентов распределено по треугольному закону: $triangular(ServiceTimeXX/2, ServiceTimeXX, 2*ServiceTimeXX)$, где среднее значение $ServiceTimeXX$ задается следующим образом: для оператора 1-ой кассы при продаже билетов клиентам 1-го типа $ServiceTime11=1.9$ мин.; для оператора 2-ой кассы при продаже билетов клиентам 2-го типа $ServiceTime22=1.9$ мин. и 1-го типа – $ServiceTime12=2.2$ мин.

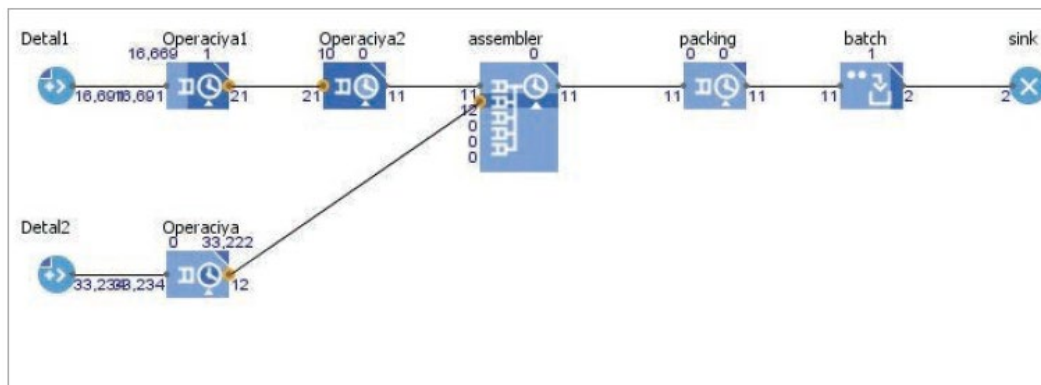


Промоделировать работу технологической цепочки по сборке изделия, состоящего из двух деталей. Первая деталь изделия подвергается двум технологическим операциям до сборки, вторая деталь изделия подвергается одной технологической операции до сборки.

Вариант 1: Первая технологическая операция над первой деталью длится от 3 до 5 минут и выполняется 1 роботом. Вторая технологическая операция с первой деталью длится от 4 до 8 минут и выполняется 1 рабочим, который работает согласно расписанию (с 8 до 17 по рабочим дням с перерывом на обед с 12 до 13). Технологическая операция по обработке второй детали длится от 6 до 10 минут и выполняется рабочим. Сборка изделия выполняется роботом и длится от 6 до 12 минут. Изделие после сборки упаковывается по 5 штук. Упаковка изделий осуществляется рабочим и длится от 10 до 16 минут. Первая деталь для сборки поставляется со склада¹ в количестве 1 штуки в час. Вторая деталь для сборки поставляется со склада² в количестве 2 штуки в час.

Вариант 2: Первая технологическая операция над первой деталью длится от 1 до 3 минут и выполняется 1 роботом. Вторая технологическая операция с первой деталью длится от 2 до 6 минут и выполняется 1 рабочим, который работает согласно расписанию (с 8 до 17 по рабочим дням с перерывом на обед с 12 до 13). Технологическая операция по обработке второй детали длится от 4 до 8 минут и выполняется рабочим. Сборка изделия выполняется роботом и длится от 4 до 10 минут. Изделие после сборки упаковывается по 5 штук. Упаковка изделий осуществляется рабочим и длится от 10 до 16 минут. Первая деталь для сборки поставляется со склада¹ в количестве 1 штуки в час. Вторая деталь для сборки поставляется со склада² в количестве 2 штуки в час.

Вариант 3: Первая технологическая операция над первой деталью длится от 2 до 4 минут и выполняется 1 роботом. Вторая технологическая операция с первой деталью длится от 3 до 7 минут и выполняется 1 рабочим, который работает согласно расписанию (с 8 до 17 по рабочим дням с перерывом на обед с 12 до 13). Технологическая операция по обработке второй детали длится от 5 до 9 минут и выполняется рабочим. Сборка изделия выполняется роботом и длится от 5 до 9 минут. Изделие после сборки упаковывается по 5 штук. Упаковка изделий осуществляется рабочим и длится от 10 до 16 минут. Первая деталь для сборки поставляется со склада¹ в количестве 1 штуки в час. Вторая деталь для сборки поставляется со склада² в количестве 2 штуки в час.



Вариант задания 3

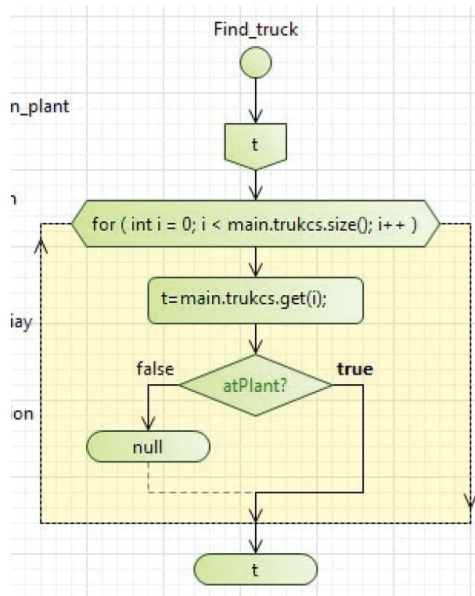
Задача смоделировать внутривозовскую логистику между складами заготовок, цехом сборки и складом готовой продукции. У цеха есть свой парк грузовиков, которые доставляют детали для сборки или продукцию на склады. Детали доставляются в цех сборки, если их запас в цехе стал менее 10 штук ($S=10$ шт.) . Продукция вывозится из цеха раз в час ($t=60$ мин) .

Варианты выполнения задания:

Вариант 1: $S=5$ шт, $t=30$ мин

Вариант 2: $S=7$ шт, $t=45$ мин

Вариант 3: $S=12$ шт, $t=75$ мин



При оценке отчетов по лабораторным работам учитываются следующие критерии:

1. Знание теоретического материала.
2. Выполнение самостоятельных заданий.
3. Ответы на вопросы.
4. Отчет о выполненной работе.
5. Выполнение домашнего задания.

Критериями оценки выполнения задания, согласно достигнутого уровня, являются:

Высокий уровень. Знания теоретического материала, правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, полные ответы на вопросы, правильно выполнены домашние задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы - 4 балла.

Средний уровень. Теоретический материал знает, правильно выполнены все задания, ответы на вопросы не полные, домашние задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении лабораторных заданиях - 3 балла.

Ниже среднего уровень. Выполнено не все, но более 50% заданий лабораторной работы, домашнее задание не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы - 2 балла.

Низкий уровень. Выполнено менее 50% лабораторной работы, не выполнено домашнее задание, отчет о выполнении работы не предоставлен - 1 балл.

Количество баллов за Отчёт по лабораторной работе: минимум – 1 б.

Количество баллов за Отчёт по лабораторной работе (с учетом коэффициента сложности): максимум – 10 б.

Для промежуточной аттестации ОМ:

Промежуточная аттестация ОМ проводится по 32 билетам по 3 вопроса.

Примеры билетов:

Билет №1

1. Основные этапы имитационного моделирования.
2. Сети Петри и их расширения.
3. В рабочей области AnyLogic создайте агента и задайте ему два любых состояния.

Билет №2

1. Назначение языков и систем моделирования.
2. Валидация данных имитационной модели.
3. Постройте план оптимизационного эксперимента, в котором 2 управляемых параметра.