

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 5

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.э.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.М. Власова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

22.06.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерный инжиниринг»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.04.07
Наименование направления подготовки/ специальности	Наукоемкие технологии и экономика инноваций
Наименование направленности	Управление и экономика инновационных и наукоемких проектов
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н., доц
(должность, уч. степень, звание)



15.06.2023

(подпись, дата)

В.В. Курлов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 5

15.06.2023 г, протокол № 01-06/2023

Заведующий кафедрой № 5

д.т.н., доц.
(уч. степень, звание)



15.06.2023

(подпись, дата)

Е.А. Фролова

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.04.07(01)

доц., к.э.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)



15.06.2023

(подпись, дата)

Н.А. Иванова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №8 по методической работе

доц., к.э.н., доц.
(должность, уч. степень,
звание)



15.06.2023

(подпись, дата)

Л.В. Рудакова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Компьютерный инжиниринг» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/специальности 27.04.07 «Научеёмкие технологии и экономика инноваций» направленности «Управление и экономика инновационных и наукоёмких проектов». Дисциплина реализуется кафедрой «№5».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-6 «Способен осуществлять сбор и проводить анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области наукоёмких технологий и экономики инноваций»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением имитационного моделирования для решения задач в различных сферах: наука, техника, управление, экономика, что актуально в условиях возрастающей структурной и функциональной сложности объектов управления, динамических изменений, происходящих во внешней среде, воздействия большого количества факторов различной природы, включая риски и неопределенность. Имитационное моделирование является эффективным и зачастую единственным методом исследования систем и решения сложных управленческих проблем. Изучение дисциплины подразумевает освоение таких современных технологий имитационного моделирования, как: процессно-ориентированные дискретные имитационные модели, модели системной динамики, агентное моделирование, моделирование динамических систем, информационные модели, а также комбинированный подход. Также рассматриваются вопросы применения имитационного моделирования в управленческом консультировании и инжиниринге производственных систем, бизнес планировании хозяйственного объекта на основе его имитационной модели.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: (лекции, практические занятия, семинары, самостоятельная работа обучающегося)

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоёмкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Компьютерный инжиниринг» является представление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области анализа структуры и динамики сложных технических, производственных, экономических и социальных систем с применением методов системного анализа и технологий компьютерного имитационного моделирования. Курс «Компьютерный инжиниринг» предусматривает изучение современных методов моделирования проблем науки, техники, управления, экономики и социологии, анализ и синтез производственных и социально-экономических систем, освоение современных компьютерных технологий имитационного моделирования.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен осуществлять сбор и проводить анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области наукоемких технологий и экономики инноваций	ОПК-6.3.1 знать методики сбора и анализа отечественного и зарубежного опыта в области наукоемких технологий и экономики инноваций ОПК-6.У.1 уметь осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области наукоемких технологий и экономики инноваций ОПК-6.В.1 владеть навыками практического анализа научно-технической информации, обобщения отечественного и зарубежного опыта в области наукоемких технологий и экономики инноваций

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Научный семинар
- Компьютерные технологии в наукоемких производствах.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
- Производственная преддипломная практика.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 2					
Раздел 1. Введение в системный анализ и имитационное моделирование	2				8
Раздел 2. Технологии и инструментальные средства имитационного моделирования	2				8
Раздел 3. Модели динамических систем	2	4			8
Раздел 4. Процессно-ориентированные дискретные имитационные модели	2	6			8
Раздел 5. Модели системной динамики	3	5			12
Раздел 6. Агентное моделирование	3	2			12
Раздел 7. Этапы разработки и применения имитационных моделей	3				18
Итого в семестре:	17	17			74
Итого	17	17	0	0	74

--	--	--	--	--	--

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1.	<p>Введение в системный анализ и имитационное моделирование</p> <p>Тема 1.1. Содержание деятельности системного аналитика Технические, производственные, экономические, социальные системы, как объекты моделирования. Прикладной системный анализ, кибернетика, синергетика. «Индустрия 4.0», цифровое производство, бережливое производство. Тема 1.2. Сущность имитационного моделирования Особенности имитационного моделирования. Представление структуры и динамики моделируемой системы в имитационной модели. Понятие модельного времени. Имитационные модели, работающие в дискретном и непрерывном времени. Возможности и области применения имитационного моделирования в науке и технике, производстве и бизнесе. Интерактивные имитационные игры как эффективная методика управленческого образования.</p>
2.	<p>Технологии и инструментальные средства имитационного моделирования</p> <p>Тема 2.1. Парадигмы имитационного моделирования. Современные технологии имитационного моделирования. Процессно-ориентированные дискретные имитационные модели. Модели системной динамики. Агентное моделирование. Моделирование динамических систем. Информационная модель. Комбинированный подход. (демонстрация слайдов)</p> <p>Тема 2.2. Обзор программных средств имитационного моделирования Назначение языков и систем моделирования. Классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики. Возможности современных систем имитационного моделирования. Выбор системы моделирования. Современные тенденции в имитационном моделировании.</p>
3.	<p>Модели динамических систем</p> <p>Тема 3.1. Области применения моделей динамических систем Области применения моделей динамических систем: электротехника и электроника, механика, гидравлика, аэродинамика и т.д.</p> <p>Тема 3.2. Базовые объекты моделей динамических систем Базовые объекты в моделях динамических систем – элементарные звенья: усилитель, интегратор, дифференцирующее звено, звено задержки. Сбор и анализ статистической информации по результатам имитационного эксперимента с моделями динамических систем.</p>
4.	<p>Процессно-ориентированные дискретные имитационные модели</p> <p>Тема 4.1. Области применения процессно-ориентированного имитационного моделирования</p>

	<p>Приложения процессно-ориентированного имитационного моделирования: моделирование и анализ поведения бизнес-процессов, логистика и цепи поставок, операционный и производственный менеджмент, проектирование транспортной инфраструктуры и др.</p> <p>Тема 4.2. Системы массового обслуживания</p> <p>Базовые объекты в процессных моделях – заявки, серверы, очереди. Сбор и анализ статистической информации по результатам имитационного эксперимента с дискретными моделями.</p>
<p>5.</p>	<p>Модели системной динамики</p> <p>Тема 5.1. Модели и методы системной динамики</p> <p>Применение моделей системной динамики: стратегическая архитектура и динамика предприятия; бюджетинг и управление финансовыми потоками; управление производственной программой; комплексное управление логистическими процессами на предприятии; управление общефирменной сбытовой сетью; формирование маркетинговой стратегии; анализ динамики рынка; моделирование и анализ поведения бизнес-процессов; реинжиниринг; управление персоналом; реализация корпоративных аналитических приложений на основе имитационных моделей.</p> <p>Тема 5.2. Общая структура моделей системной динамики</p> <p>Содержание базовой концепции структуризации. Основные понятия. Поточковая стратификация. Диаграммы причинно-следственных связей и потоковые диаграммы моделей. Основные этапы технологии системной динамики. Структура, базовые потоки динамической модели предприятия.</p> <p>Тема 5.3. Системно-динамическая модель цепи поставок предприятия.</p> <p>Пример производственно-сбытовой системы: организационная структура и диаграмма потоков и уровней. Реакция и колебания производственно-сбытовой системы.</p>
<p>6.</p>	<p>Агентное моделирование</p> <p>Тема 6.1. Области применения агентного имитационного моделирования</p> <p>Агентные модели конкуренции и сотрудничества. Динамика рынка.</p> <p>Потребительские рынки и модели поведения клиентов. Агентные модели в сфере логистики. Агентные модели: конкуренции, фондового рынка. (структура экономического окружения, правила поведения агентов, механизмы формирования цены и трейдинговые поведения агентов).</p> <p>Агентное моделирование в социальных системах. Практическое применение многоагентных моделей и систем в сфере экономики и управления.</p> <p><i>(демонстрация слайдов)</i></p> <p>Тема 6.2. Парадигма и принципы построения агентных моделей.</p> <p>Агентный подход в имитационном моделировании: базовая концепция, принципы и логика построения многоагентных компьютерных моделей.</p> <p>Понятие агента и его характеристики: атрибуты, правила поведения, память, ресурсы, правила принятия решений, эволюция и обучение.</p> <p>Агенты обучающиеся и интеллектуальные.</p> <p>Взаимодействие агентов, элементов сложной системы и внешней среды междусобой. Методы спецификации агентов.</p> <p>Тема 6.3. Особенности программной реализации агентных моделей и поддерживающие среды компьютерного моделирования.</p> <p>Основы практического подхода по созданию многоагентных моделей в инструментальной среде AnyLogic. Стейчарты.</p>
<p>7.</p>	<p>Этапы разработки и применения имитационных моделей</p>

	<p>Тема 7.1. Постановка проблемы и определение цели имитационного исследования Разработка концептуальной модели. Формализация и компьютерная реализация имитационной модели. Сбор и анализ исходных данных. Испытание и исследование свойств имитационной модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели.</p> <p>Тема 7.2. Задача оптимизации в имитационном моделировании Поиск наилучшего решения, задание ограничений и требований, оптимизация при наличии неопределенности, калибровка модели с помощью оптимизатора.</p> <p>Тема 7.3. Анализ результатов моделирования и принятие решений. Математические методы и вычислительные процедуры принятия решений в имитационном исследовании. Сценарное планирование. Применение результатов имитационного моделирования.</p>
--	---

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2					
1.	Парадигма моделирования динамических систем	Компьютерный тренинг	2		3
2.	Парадигма дискретно-событийного моделирования	Компьютерный тренинг	2		4
3.	Визуализация процессов и сбор статистических показателей	Компьютерный тренинг	2		3
4.	Изучение базовых компонентов Anylogic для разработки моделей: переменные, события, карты состояний, диаграммы действий.	Компьютерный тренинг	2		4
5.	Изучение базовых понятий объектно-ориентированного программирования, построение синтаксически корректных выражений на языке Java, понимание структуры имитационной модели в Anylogic и принципов взаимодействия ее компонентов между собой	Компьютерный тренинг	2		5

6.	Основы статистической обработки данных имитационного эксперимента	Компьютерный тренинг	2		4
7.	Диаграммы причинно-следственных связей и диаграмм потоков и уровней и часто используемые в моделях системной динамики конструкции	Компьютерный тренинг	2		5
8.	Парадигма Агентное моделирование	Компьютерный тренинг	2		6
9.					
10.					
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		

Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	24	24
Всего:	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004 О-53	Оленев В.Л. Моделирование систем: учебное пособие / В.Л. Оленев; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб: Изд-во ГУАП, 2015. – 95 с.	45
004.9 С 56	Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник для академического бакалавриата / Б.Я. Советов, С.А.Яковлев; С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т "ЛЭТИ". - 7-е изд. - М.: Юрайт, 2014. – 343 с.	10
656 С 40	Системный подход к моделированию транспортных систем = The system approach to the simulation of transport systems: методические указания / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост.: Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов. - СПб: Изд-во ГУАП, 2013. – 72 с.	60
004 М 54	Методы моделирования и оптимизации : методические указания по выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. Т. М. Татарникова. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2017. - 43 с.	37
004.9 Т 45	Титова Ю.Ф. Имитационные модели в среде ANYLOGIC: учебное пособие / Ю.Ф. Титова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – СПб: Изд-во ГУАП, 2012. – 131 с.	76

004.9 Я 47	Яковлев С.А. Исследование и имитационное моделирование информационных систем: учебное пособие / С. А. Яковлев; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб: Изд-во ГУАП, 2016. – 140 с.	25
519.1/.2 Т 81	Туганбаев А.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / А. А. Туганбаев, В. Г. Крупин. - СПб. : Лань, 2017. - 223 с.	5
629.78 Г 18	Гамов В.Ю. Организация производства в космической отрасли при изготовлении прикладных автоматизированных систем мониторинга и управления: учебное пособие / В. Ю. Гамов; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. - 168 с.	5
519.6/.8 З-35	Зарубин В.С. Моделирование: учебное пособие / В. С. Зарубин. - М.: Академия, 2013. – 336 с.	5
330 И 73	Интеллектуальный анализ динамики бизнес-систем: учебник / Н. М. Абдикеев [и др.]; ред.: Н. М. Абдикеев, Л. Ф. Петров, Н. П. Тихомиров. - М.: ИНФРА-М, 2010. – 320 с.	3
519.6/.8 М 19	Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования: учебное пособие / Р. Ф. Маликов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2010. – 366 с.	10

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
www.anylogic.ru	Инструмент имитационного моделирования AnyLogic
www.runthemodel.com	Онлайн-ресурс по имитационному моделированию для размещения моделей, реализованных в среде AnyLogic
www.simulation.su	Национальное общество имитационного моделирования
www.anylogic.ru/books	Бесплатная литература по среде ИМ AnyLogic

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
-------	--------------

	AnyLogic PLE
	MS Office

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 186-ЭБС от 08.02.2012

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену;

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Понятие модели и моделирование. Имитационное моделирование.	ОПК - 6.3.1
	Использование методов имитационного моделирования	ОПК - 6.В.1
	Компьютерное моделирование. Метод имитационного моделирования, его сущность и применение. Сопоставление с другими видами моделирования.	ОПК – 6.У.1
	Основные парадигмы имитационного моделирования, их базовые принципы и области применения в социально-экономических исследованиях.	ОПК - 6.У.1
	Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.	ОПК - 6.В.1
	Основные цели и задачи имитационного исследования. Построение концептуальных моделей.	ОПК - 6.У.1
	Инструменты моделирования, назначение и классификация. Характеристики и выбор инструмента моделирования.	ОПК - 6.У.1
	Общие понятия неопределённости и риска.	ОПК - 6.В.1

	Виды представления времени в модели. Управление модельным временем.	ОПК - 6.В.1
	Изменение модельного времени с постоянным шагом.	ОПК - 6.В.1
	Изменение времени по особым состояниям.	ОПК - 6.В.1
	Моделирование параллельных процессов.	ОПК - 6.3.1
	Построение дискретных (процессных) имитационных моделей, применяемые методы структуризации.	ОПК - 6.3.1
	Библиотека процессного моделирования Anylogic – Enterprise Library.	ОПК - 6.У.1
	Классификация потоков событий	ОПК - 6.3.1
	Потоки, задержки обслуживания	ОПК - 6.3.1
	Классификация систем массового обслуживания.	ОПК - 6.3.1
	Показатели эффективности систем массового обслуживания.	ОПК - 6.3.1
	Моделирование процессов обслуживания заявок в условиях отказов.	ОПК - 6.В.1
	Модели системной динамики: диаграммы причинно-следственных связей, системные потоковые диаграммы, применение в экономике.	ОПК - 6.У.1
	Испытание и исследование свойств имитационной модели. Верификация и валидация имитационных моделей. Имитационный эксперимент: содержание и применяемые методы.	ОПК - 6.В.1
	Концептуальные основы имитационного моделирования производственных и логистических процессов.	ОПК - 6.3.1
	Стратегическая архитектура организации и динамические модели предприятия.	ОПК - 6.В.1
	Адаптивные цепи поставок и анализ устойчивости с применением системной динамики;	ОПК - 6.В.1
	Координация участников цепей поставок и стратегии сотрудничества в агентных моделях цепей поставок.	ОПК - 6.В.1
	Системно-динамические модели социально-экономических систем.	ОПК - 6.У.1
	Поведенческая экономика и многоагентное моделирование: методы спецификации экономических и социальных агентов и особенности построения и применения агентных моделей в социальных исследованиях.	ОПК - 6.3.1
	Метод Монте-Карло.	ОПК - 6.В.1
	Имитация случайных величин и процессов	ОПК - 6.В.1
	Требования к базовым датчикам случайных величин и их проверка.	ОПК - 6.В.1
	Типовые системы имитационного моделирования.	ОПК - 6.У.1
	Классификация видов моделирования.	ОПК - 6.У.1
	Основные этапы исследования реальных систем на основе	ОПК - 6.В.1

	имитационного моделирования	
	Обоснование и исследование точности модели.	ОПК - 6.У.1
	Моделирование работы с материальными, информационными, денежными ресурсами.	ОПК - 6.В.1
	Моделирование пространственной динамики.	ОПК - 6.В.1
	Планирование экспериментов по имитационному моделированию.	ОПК – 6.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую,

организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- лекции согласно разделам (табл.3) и темам (табл.4).

Работа с конспектом лекций

Необходимо просмотреть конспект сразу после занятий. Отметить материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;

– обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Практические занятия предназначены для углубленного изучения дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. На практическом занятии должна найти применение основная часть лекционного материала. Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса.

На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем.

На практических занятиях, помимо разъяснений преподавателя, организуемой им беседы по изучаемому вопросу, большое значение придается самостоятельной работе и выступлениям обучающихся (выполнение индивидуальных и коллективных контрольных заданий по различной тематике; выполнение практических заданий, выступления по выполненным практическим заданиям, их обсуждение и оценка и др.).

При самостоятельном решении задач обучающийся должен обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если обучающийся видит несколько путей решения проблемы, то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный.

Обучающемуся рекомендуется следующая схема прохождения практических занятий:

1. Получить у преподавателя задание.
2. Сформулировать ответ(ы) в результате проведения мозгового штурма или выполнить практическое задание в процессе игрового проектирования.
3. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.
4. Ознакомить преподавателя с результатами своей работы.

Требования к оформлению отчета о практической работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий

уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

В течение семестры студенты

- защищают практические работы (8 работ);
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

По результатам проверки контрольных работ обучающемуся выставляется оценки в личном кабинете, которые затем учитываются при проведении промежуточной аттестации по дисциплине.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

При оценке знаний обучающегося принимаются во внимание:

1. Посещение и творческая работа обучающегося на лекциях (активное участие при прослушивании проблемных лекций, приведение примеров на лекции и т.д.);
2. Своевременное выполнение и защита практических работ.

При подготовке к экзамену у обучающегося должен быть хорошее учебное пособие или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Первоначально следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволяет использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у обучающегося возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для

получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах обучающийся должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

В течение семестра студенту необходимо сдать не менее 50% лабораторных работ, не менее 50% практических работ, выполнить тестирования в среде LMS не ниже оценки

«удовлетворительно». В случае невыполнения вышеизложенного, студент, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена/диф.зачета, не может получить аттестационную оценку выше «хорошо».

Поиск и изучение литературы

Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подбранная литература изучается в следующем порядке:

- знакомство с литературой, просмотр ее и выборочное чтение с целью общего представления проблемы и структуры будущей работы;

- исследование необходимых источников, сплошное чтение отдельных работ, их изучение, конспектирование необходимого материала (при конспектировании необходимо указывать автора, название работы, место издания, издательство, год издания, страницу);

- обращение к литературе для дополнений и уточнений на этапе выполнения самостоятельной работы. Обычно достаточно изучения 4-5 важнейших статей по избранной проблеме

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой