

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»(НГТУ)

Образовательно-научный институт транспортных систем (ИТС)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Тумасов А.В.
подпись ФИО
“ 18 ” 06 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.9 Имитационное моделирование СЭУ
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» _____

Направленность: «Судовые энергетические установки» _____

Форма обучения: очная _____

Год начала подготовки: 2024 _____

Выпускающая кафедра: «Энергетические установки и тепловые двигатели»

Кафедра-разработчик «ЭУ и ТД» _____
аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 72/2 _____

часов/з.е

Промежуточная аттестация: зачет 3 семестр

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик (и): Ребрушкин Максим Николаевич _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2024 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17.08.2020 г. № 1042 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол от 28.05.2024 г. № 17

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы ЭУ и ТД протокол от 03.06.2024г. № 5

Зав. кафедрой: д.т.н., доцент, Хрунков С.Н. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИТС, протокол от 18.06.24г. № 11

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный номер № 26.04.02-э-17

Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ /Н.И. Кабанина/
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	5
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПВО.....	7
5. Структура и содержание дисциплины.....	10
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	16
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	19
8. Информационное обеспечение дисциплины	20
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	21
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	22
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	23
12.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	25
13.Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	27

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Целью освоения дисциплины «Имитационное моделирование СЭУ» является изучение основ и формирование представлений об общих методологических принципах построения и анализа математических моделей с применением информационных технологий процессов проектирования и эксплуатации СЭУ.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

- готовность студентов к использованию полученных знаний, навыков и умений при изучении других общенаучных и специальных дисциплин учебного плана, а также для решения профессиональных задач;
- готовность студентов к организации самостоятельной деятельности для решения поставленных задач;
- готовность студентов к пользованию информационными системами (учебная и научная литература, интернет-ресурсы);
- изучение методов математического программирования и основ моделирования процессов;
- приобретение практических навыков составления математических моделей сложных технических систем и процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1 Учебная дисциплина «Имитационное моделирование СЭУ» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 26.04.02. «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры», она включена в перечень дисциплин по выбору вариативной части блока Б1 (Б1.В.ОД.10) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

2.2 Для освоения дисциплины «Имитационное моделирование СЭУ» студент должен:

знать:

- нормативные документы, регламентирующие процессы проектирования, строительства и эксплуатации судов;
- современное состояние и перспективы развития судостроения и СЭУ;
- состав, конструктивные и эксплуатационные характеристики оборудования судовых энергетических установок (СЭУ);
- методы теплотехнических, гидравлических и прочностных расчетов энергетического оборудования;
- процессы, составляющие этапы создания и эксплуатации объектов морской техники;
- основы математического анализа и статистики;

уметь:

- проводить сравнительный анализ основных технико-экономических показателей различных типов судовых энергетических установок;
- составлять вербальное (словесное) описание проектируемой системы;
- проводить сравнительный анализ основных технико-экономических показателей различных типов СЭУ;
- формировать вектор исходных данных, вектор оптимизируемых переменных, систему ограничений и выбрать критерий эффективности системы;
- пользоваться действующими нормативными документами;

владеть:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- готовностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;
- готовностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ;
- навыками работы с научно-технической и нормативной документацией;
- методиками и приемами построения и реализации на ЭВМ оптимизационных математических моделей для системных исследований и анализа проектов СЭУ.

2.3 Дисциплина «Имитационное моделирование СЭУ» является основополагающей для изучения ряда общенаучных и специальных дисциплин, связанных с проектированием, созданием и эксплуатацией объектов морской техники. Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Проектирование энергетических установок судов с динамическими принципами поддержания», «Автоматизация СЭУ», «Экономическое обоснование проектных решений», «Методы и алгоритмы оптимизации», и др., а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование СЭУ» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Имитационное моделирование СЭУ» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки (специальности) 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры»:

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>			
ПК-3	1	2	3	4
Б1.В.ОД.5 Информационные технологии в жизненном цикле объектов морской техники		✓		
Б1.В.ОД.9 Компьютерные технологии создания объектов морской техники (дополнительные главы)			✓	
ФТД.1 Компьютерные технологии в кораблестроении		✓		✓
ФТД.2 Методы инженерного творчества				✓
Б2.П.1 Научно-	✓	✓	✓	✓

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>			
ПК-3	1	2	3	4
исследовательская работа				
Б2.П.2 Проектная практика		✓		
Б2.П.3 Преддипломная практика				✓
Б3.Д.1 Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				✓

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-3. Способен применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	ИПК-3.1. Знает методы анализа вариантов проектных решений	Знать - структурно-функциональную схему СЭУ;	Уметь - определять и анализировать основные показатели СЭУ с помощью имитационных моделей;	Владеть - методами имитационного моделирования процессов создания объектов морской (речной) техники;	- Вопросы для письменного опроса по разделам;	Вопросы для устного собеседования на зачете: билеты (20 билетов).
	ИПК-3.2. Осуществляет разработку и поиск компромиссных решений при проектировании объектов морской техники	- основные принципы и возможности имитационного моделирования;	- моделировать процесс проектирования и эксплуатации морской (речной) техники;	- методиками и приемами построения и реализации на ЭВМ имитационных моделей для системных исследований и анализа СЭУ;		
	ИПК-3.3. Анализирует существующие методы решения поставленных задач, в том числе из зарубежных источников на английском языке, и выбирает наиболее подходящий	- методологические приемы имитационного моделирования технических систем;	- формулировать задачи и составить план научного исследования в области морской (речной) техники, разрабатывать новые или выбирать готовые алгоритмы решения задач;	- методиками и приемами построения и реализации на ЭВМ имитационных моделей для системных исследований и анализа СЭУ;		
	ИПК-3.4. Разрабатывает новые методы решения задач и обосновывает целесообразность их применения на всех этапах жизненного цикла объектов морской техники	- существующие алгоритмы и методы моделирования в судостроении;	- современное состояние исследуемой области науки и техники, перспективы развития исследуемой отрасли техники и знаний;	- алгоритмами решения задач проектирования СЭУ и ее элементов;		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	ИПК-3.5. Анализирует надежность и безопасность применения вариантов решений на различных этапах жизненного цикла объектов морской техники					
	ИПК-3.6. Производит математическое моделирование разрабатываемых составных частей судов с использованием методов оптимизации расчетных алгоритмов, системного подхода и современных программных средств с целью прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования составных частей судов с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов					
	ИПК-3.7. Производит математическое моделирование процессов создания и эксплуатации объектов морской (речной) техники					

Трудовая функция С/02.66 – Разработка эскизных, технических проектов судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей;

30.001 «Специалист по проектированию и конструированию в судостроении»

Трудовые действия:

- Разработка документов по обеспечению качества, надежности и безопасности объектов профессиональной деятельности на всех этапах жизненного цикла судов, плавучих сооружений и аппаратов;
- Разработка и анализ вариантов технических решений;
- Техническое сопровождение работ контрагентов и анализ результатов;
- Техническая экспертиза результатов входе приемки судов аналогичного назначения;

Трудовые умения:

- Использовать прогрессивные методы проектирования;
- Использовать передовой инженерный опыт при создании проектов новых образцов техники;
- Производить математическое моделирование разрабатываемых составных частей судов с использованием методов оптимизации расчетных алгоритмов, системного подхода и современных программных средств с целью прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования составных частей судов с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов;
- Работать с современными САПР и системами электронного документооборота;
- Внедрять методы работы с современным программным обеспечением при разработке судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей;

Трудовые знания:

- Методы и этапы проектирования, принципы построения физических и математических моделей, их применимости к процессам и элементам; - Математическое моделирование процессов, происходящих в изделиях судостроения при их эксплуатации;
- Методы разработки, анализа трудоемкости и оптимизации расчетных алгоритмов;
- Принципы и методики построения моделей функционирования сложных систем;
- Технический английский язык в объеме, необходимом для взаимодействия и получения информации из зарубежных источников;
- Отечественные и зарубежные разработки в области цифровых технологий, применяемые в отрасли судостроения и морской техники;

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестру

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з. е.), 72 академических часа, в том числе: контактная работа обучающихся с преподавателем 38 часов, самостоятельная работа обучающихся 34 часа.

Распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

Таблица 3 -Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестру

Вид учебной работы		Семестр 3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), в том числе:		38
1.1. Аудиторные занятия (всего)		34
в том числе:	Лекции (Л)	17
	Практики (Пр)	17
1.2. КСР (всего)		4
в том числе:	Групповые и индивидуальные консультации по подготовке к зачету и практическим занятиям	4
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		34
в том числе:	Проработка материалов лекций	26
	Подготовка к зачету	8
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы		72/2

5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций		Наименование разделов, тем			Виды учебной работы		Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴	
			Контактная работа								Самостоятельная работа студентов (СРС), час
			Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	КСР					
	3 СЕМЕСТР										
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4 ИПК-3.5 ИПК-3.6 ИПК-3.7	Раздел 1. Введение										
	Тема 1.1 Основные определения и типы моделей	1				2	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы			
	Тема 1.2. Основные понятия имитационного моделирования. Основные функции	1				1	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы				
	Тема 1.3. Типовые задачи, решаемые средствами имитационного моделирования. Системы имитационного моделирования			2							
	Тема 1.4. Структурный анализ процесса (определение структуры). Формализованное описание модели. Построение модели. Проведение эксперимента			1	1						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴	
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час					
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	КСР						
	Итого по 1 разделу	2		3	1	3					
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4 ИПК-3.5 ИПК-3.6 ИПК-3.7	Раздел 2. Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем										
	Тема 2.1. Понятие корреляционного и регрессионного анализа	2				3	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.			
	Тема 2.2. Определение параметров линейного однофакторного уравнения регрессии			1							
	Тема 2.3. Оценка величины погрешности линейного однофакторного уравнения			1							
	Тема 2.4. Проблема автокорреляции остатков. Критерий ДарбинаУотсона	1				2	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы				
	Тема 2.5. Построение уравнения степенной регрессии. Двухфакторные и многофакторные уравнения регрессии			2	1						
	Итого по 2 разделу	3		4	1	5					
	ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	Раздел 3. Оптимизация и оптимизационные модели									
Тема 3.1 Основные понятия. Конструирование целевой функции		1				2	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии,			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	КСР					
ИПК-3.5 ИПК-3.6 ИПК-3.7	Тема 3.2 Многомерный и одномерный поиск оптимума			1				беседы.		
	Тема 3.3 Понятие оптимизационных задач и оптимизационных моделей	1				3	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы			
	Тема 3.4. Оптимизационные задачи с линейной зависимостью между переменными.	1				2	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы			
	Тема 3.5. Геометрическая интерпретация ОЗЛП. Симплексный метод решения ОЗЛП.			2						
	Тема 3.6. Первая теорема двойственности. Вторая теорема двойственности. Решение двойственной задачи линейного программирования	2			1	2	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы			
	Итого по 3 разделу	5		3	1	9				
ПК-3	Раздел 4. Свойства объективно обусловленных оценок и их анализ									

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	КСР					
ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4 ИПК-3.5 ИПК-3.6 ИПК-3.7	Тема 4.1. Разработка производственной программы			1				Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.		
	Тема 4.2. Альтернативные подходы к созданию имитационных моделей	1				2	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы			
	Тема 4.3. Параллельное и распределенное моделирование	2				3	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы			
	Тема 4.4. Разработка сценария поведения системы и имитационное моделирование			1						
	Тема 4.5. Непрерывное моделирование. Комбинированное непрерывно-дискретное моделирование			2						
	Итого по 4 разделу	3		4		5				
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	Раздел 5. СиМоделирование по методу Монте-Карло									
	Тема 5.1. Статистическое моделирование систем. Теоретические основы метода	2				2	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии,		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	КСР					
ИПК-3.5 ИПК-3.6 ИПК-3.7	Тема 5.2. Моделирование систем управления запасами			2				беседы.		
	Итого по 5 разделу	2		2	1	2				
	Раздел 6. Теория принятия решений									
	Тема 6.1. Основные понятия. Принятие решений в условиях полной определенности	2				2	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы			
	Тема 6.2. Принятие решений в условиях риска			1	1					
	Итого по 6 разделу	2		1	1	2				
	Зачет					8	Работа с конспектом лекций и учебным материалом. Составление плана и тезисов ответа на теоретические вопросы.			
ИТОГО по дисциплине		17		17	4	34				

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

6.1 Для оценки знаний, умений и навыков используется текущий контроль и промежуточная аттестация.

6.1.1. Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных, текущий опрос на практических занятиях и при решении задач на практических занятиях

- вопросы по темам лекций (представлены в п. 12.2);
- вопросы по решению задач.

6.1.2 Промежуточная аттестация содержит:

- теоретические вопросы к зачету;

Материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков для текущей и промежуточной аттестации находятся на кафедре.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Таблица 5 – Балльно-рейтинговая система оценивания

Шкала оценивания	Зачет
21<R≤50	Зачет
0<R≤20	Незачет

Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-40 % от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 41-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-3. Способен применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	ИПК-3.1. Знает методы анализа вариантов проектных решений. ИПК-3.2. Осуществляет разработку и поиск компромиссных решений при проектировании объектов морской техники. ИПК-3.3. Анализирует существующие методы решения поставленных задач, в том числе из зарубежных источников на английском языке, и выбирает наиболее подходящий. ИПК-3.4. Разрабатывает новые методы решения задач и обосновывает целесообразность их применения на всех этапах жизненного цикла объектов морской техники. ИПК-3.5. Анализирует надежность и безопасность применения вариантов решений на различных этапах жизненного цикла объектов морской техники. ИПК-3.6. Производит математическое моделирование разрабатываемых составных частей судов с использованием методов оптимизации расчетных алгоритмов, системного подхода и современных программных средств с целью прогнозирования поведения, оптимизации и изучения	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основных терминов и определений	Фрагментарные поверхностные знания лекционного курса, изложение полученных знаний неполное. Знает основные термины и определения. Анализирует исходные данные для решения задачи. Знает методы решения задач	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Знает и применяет методы моделирования СЭУ. Составляет имитационные	Имеет глубокие знания всего лекционного материала. Составляет алгоритм решения оптимизационных задач и анализирует решение. Разрабатывает имитационные модели СЭУ

	функционирования составных частей судов с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов. ИПК-3.7. Производит математическое моделирование процессов создания и эксплуатации объектов морской (речной) техники.				
--	---	--	--	--	--

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично), зачет	оценки « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) зачет	оценки « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) зачет	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) незачет	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

7.1.1 Князьков В.В. Компьютерные технологии в кораблестроении: Учеб. пособие/В.В. Князьков; Нижегород. Гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. -Нижний Новгород, 2015. – 130 с. Рек. УМО по образованию в области кораблестроения.

7.1.2 Емельянов В.В. Имитационное моделирование: Учеб. пособие/В.В. Емельянов; М.; МГТУ им. Баумана. 2009. Допущено УМО вузов универс. политехн. образования .

7.1.3 Певзнер Л.Д. Математические основы теории систем: Учеб. пособие/Л.Д. Певзнер, Е.П. Чураков; М.: Высшая школа, 2009.

7.1.4 Микони С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив: Учеб. пособие/С.В. Микони; СПб. Лань, 2009. Рекомендовано УС СПб по информатизации и автоматизации.

7.1.5 Строгалева В.П. Имитационное моделирование: Учеб. Пособие / В.П. Строгалева, И.О. Толкачева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2015.

7.2 Справочно-библиографическая литература

7.2.1 Дьячко А.Г. Математическое и имитационное моделирование производственных систем/А.Г.Дьячко; М.: МИСиС,2007.

7.2.2 Правила классификации и постройки морских судов. - Том 2. 18-е издание, 2015 <http://www.rs-class.org> Правила.

7.2.3 Российский Речной Регистр <http://docs.cntd.ru/document/499012681> Правила.

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

8.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Таблица 7 - Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Федеральный портал. Российское образование.	http://www.edu.ru/
2	Естественный научно-образовательный портал.	http://www.en.edu.ru/
3	Информационно-коммуникационные технологии в образовании.	http://www.ict.edu.ru/
4	Федеральный образовательный портал. Инженерное образование.	http://www.techno.edu.ru/

Таблица 8 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	E-LIBRARY.ru	http://elibrary.ru/defaultx.asp
5	Научно-техническая библиотека НГТУ	http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.htm
6	Университетская библиотека ONLINE НГТУ	http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub
7	Электронный каталог периодических изданий НГТУ	http://library.nntu.nnov.ru/
8	ЭБС «Web of Science»	http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do
9	Scopus	http://www.scopus.com/
10	Госты, нормалы, правила, стандарты и законодательство России	http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm
11	Реферативные журналы	http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)

Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
Microsoft Office 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	Правила классификации и постройки морских судов. 18-е издание, 2020	http://www.rs-class.org Правила
2	сайт Российского Морского Регистра судоходства	http://www.rshead.spb.ru/ru/publications/links.php
3	Российский Речной Регистр	http://docs.cntd.ru/document/499012681 Правила
4	Информационно-поисковая система «Корабел.ру»	http://www.korabel.ru/catalogue
5	Сайт конструкторского бюро по проектированию судов «Вымпел»	http://www.vympel.ru
6	Сайт компании "Си Тех" ("Sea Tech")	http://www.seatech.ru/rus/project/cargo-ships.htm

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл.11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	5325 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Доска меловая 2. Рабочее место преподавателя 3. Рабочее место студента - 70 чел. 4. Проектор, персональный компьютер/ноутбук, экран	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24I-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
2	5120, 5125 аудитории для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Лабораторные работы и практические занятия проводят 2 преподавателя и 1 лаборант. 1. Доска меловая – 1 шт. 2. Компьютерные столы (рабочее место студента) на 12 и 24 чел. соответственно; 3. Рабочее место преподавателя – 2 шт.; 4. ПЭВМ: компьютер ACPIx64-based 64; операционная система Microsoft Windows 7 Home Basic; Манипулятор «мышь» ELAN PS/2 Port Smart Pad; проектор BenQ MS504; экран 2000x3000 – 2 шт.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24I-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
3	5107, 5313 учебные аудитории для проведения занятий лекционного, лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Доска меловая - 2 шт; 2. Рабочее место преподавателя 1 шт. 3. Рабочее место студента - 50 чел. 4. Экран 2000x3000 – 2 шт. 5. Переносной компьютер/ноутбук 6. Натурные учебные стенды паровой турбины, газотурбинных двигателей НК-4, АИ-25. 7. Газотурбинный двигатель ТС-12 Ф; 8. Вытяжной шкаф 13. Учебное оборудование для проведения работ по определению свойств судовых топлив и масел (обводненность, теплота сгорания, температура вспышки, вязкость)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24I-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
4	2104 учебная аудитория для проведения занятий лекционного,	1. Доска меловая - 1 шт; 2. Рабочее место преподавателя – 1 шт. 3. Рабочее место студента - 30	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24I-3JB7-6EP7-

лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	чел. 4. Экран 2000х3000 – 1 шт. 5. Переносной компьютер/ноутбук 6. Главный судовой двигатель Г6ЧН 25/34 с гидротормозом Фруда; 7. Вспомогательный паровой котел КВА 0,25/3М; 8. Дизель-генератор ЭЛАД 5000; 9. Комплекс измерительного оборудования «Дитангаз ДАГ 510»	BQB4 от 18.05.2020)
---	--	---------------------

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как очных встреч со студентами, так и с использованием современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- *балльно-рейтинговая технология оценивания;*
- *устный опрос;*
- *решение практических задач.*

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 41 до 50 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий, допускаются к промежуточной аттестации (зачету).

11.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям /лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к лабораторным работам (практическим занятиям), экзамену, контрольным работам, при выполнении индивидуальных заданий.

11.3 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях практического типа

Практические занятия направлены на формирование навыков решения практических задач, применяя полученные теоретические знания, а также навыков самостоятельной работы под руководством преподавателя.

На практических занятиях проводится решение расчетных задач и упражнений в процессе проработки наиболее сложных в теоретическом плане вопросов, и проводятся в трех формах:

1. устный опрос студентов по конкретной тематике практического занятия;
2. решение и объяснение типовых задач по данной теме;
3. самостоятельная работа студентов с использованием учебных пособий, лекций и консультаций преподавателя при выполнении ими контрольных заданий.

11.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа включает проработку лекционного материала, изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к лабораторным занятиям, экзамену, выполнение домашних практических заданий.

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на лекционных занятиях и при решении практических заданий и других форм текущего контроля.

Реферат студент выполняет в отдельном документе, используя соответствующие методические указания. Условия каждого задания должны быть написаны четко. В тексте необходимо приводить краткие пояснения перед каждым вычислением. При выполнении расчетов сначала приводится основополагающая формула, затем выписываются все величины, входящие в нее, после этого в формулу подставляются цифры и определяется искомая величина с указанием ее размерности (в единицах системы СИ).

Подготовку к зачету необходимо начинать заранее. Следует проанализировать

методический материал учебников, учебно-методических пособий, конспекты лекций. Знать основные формулировки терминов и законов и уметь их четко воспроизводить. Ответы на устные теоретические вопросы к экзамену обдумать заранее и построить их в четкой, краткой форме.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

12.1.1 Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) или электронной форме опроса по разделам 1...5 дисциплины:

Примерный перечень заданий на расчетно-графическую работу:

1. Задана система массового обслуживания. Характеристики системы и варианты заданий приведены в таблице.
2. Изобразите граф состояний заданной системы.
3. Составить план численного эксперимента для моделирования влияния двух факторов, заданных интервалами значений на величину экономической эффективности E :

$$E = P_{\text{обсл}} \lambda c T - G_{\text{п}}, \quad (\text{руб}) \quad (1),$$

где; $P_{\text{обсл}}$ – вероятность обслуживания требования; λ – интенсивность входящего потока требований; c – средний экономический эффект, полученный при обслуживании одного требования; T – рассматриваемый интервал времени; $G_{\text{п}}$ – величина потерь в системе, рассчитанная в зависимости от типа системы.

Общий вид модели в виде двухфакторного полинома второй степени:

$$E_{\text{расч}} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1x_2 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2. \quad (2)$$

По результатам эксперименты определить вектор параметров и расчетные значения $E_{\text{оасч}}$.

Произвести статистическую обработку результатов моделирования, для чего рассчитать дисперсию неадекватности $S_{\text{на}}^2$, дисперсию эксперимента относительно среднего значения $S_{\text{уср}}^2$, критерий Фишера $F = S_{\text{на}}^2 / S_{\text{уср}}^2$. Табличное значение критерия Фишера $F=8,85$. Сделать вывод об адекватности уравнения (2).

Выполнить графическую интерпретацию уравнения (2) в виде трехмерного графика. Сделать вывод о наличии экстремальных точек.

Задание выполнить в средах Excel или MathCAD. Результаты представить в виде отчетного документа. Записка должна содержать следующие разделы: введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. Объем расчетно-графической работы 12...15 листов.

12.2 Теоретические вопросы, практические задачи и типовые экзаменационные (зачетные) билеты (тесты), необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта для промежуточной аттестации по дисциплине.

Зачет проводится в устно-письменной или тестовой форме по всему материалу изучаемого курса «Имитационное моделирование СЭУ».

1. Суть имитационного моделирования. Система, модели и имитационное моделирование;
2. Обоснование, формулирование и конструирование имитационной модели;
3. Основные положения теории вероятностей. Системы образования случайных величин;
4. Выборочный метод Монте-Карло;
5. Основные понятия математической статистики;
6. Сформулируйте определение для структурной модели системы;
7. Теория оценок;
8. Методы идентификации и преобразования статистической информации;
9. Методы экспертных оценок;
10. Классификация программных средств имитационного моделирования;
11. Возможности программ имитационного моделирования;
12. Генерирование случайных величин;
13. Планирование эксперимента и методы оптимизации;
14. Содержание результатов системного анализа на этапе формирования проблематики;
15. В чем заключается содержание системного анализа на этапе определения целей;
16. Однофакторный дисперсионный анализ;
17. Факторный критерий. Неполный факторный анализ;
18. Нахождение оптимальных условий.
19. Тактическое планирование. Определение размера выборки;
20. Метод доверительных интервалов;
21. Проблема многомерных откликов;
22. Использование результатов имитационного моделирования.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИТС

_____ Тумасов А.В.

“ ____ ” _____ 2021 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Б1.В.ОД.10 «Имитационное моделирование СЭУ»

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры

Направленность: «Судовые энергетические установки»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2021 _____

Курс 2 _____

Семестр 3 _____

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1);

2);

3)

Разработчик (и): Ахмадбекова Ирина Хамзаевна, «__» _____ 2021 г.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭУ и ТД _____

_____ протокол № _____ от «__» _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой _____

С.Н. Хрунков

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭУиТД _____ «__» _____ 20__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 20__ г.