

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал ННГУ - Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Моделирование систем

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
09.04.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы
Разработка и управление проектами в области информационных технологий

Форма обучения
очная, заочная

г. Арзамас

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.3 Моделирование систем относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>УК-2.1: Демонстрирует знание основных этапов жизненного цикла ИТ-проекта.</p> <p>УК-2.2: Демонстрирует умение разрабатывать и анализировать альтернативные варианты планирования этапов проекта для достижения намеченных целей.</p> <p>УК-2.3: Демонстрирует наличие практического опыта принятия решений на различных этапах конкретных проектов.</p>	<p>УК-2.1:</p> <p>Знать понятие «система», категории «фазовое пространство», «событие», «явление», «поведение», методы управления проектами. Цель, содержание и результат ИТ-проектирования.</p> <p>Уметь применять методы организации сложных экспертиз с целью исследования структуры проектируемых систем.</p> <p>Владеть методами ИТ-проектирования, методами математического моделирования,</p> <p>УК-2.2:</p> <p>Знать основы разработки и анализа альтернативных вариантов планирования этапов проекта для достижения намеченных целей.</p> <p>Уметь проводить анализ информационных ресурсов для достижения намеченных результатов; разрабатывать проекты, определять целевые этапы и основные направления работ</p> <p>Владеть методами оценки эффективности проекта, а также потребности в</p>	<p>Задания</p> <p>Тест</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>ресурсах</p> <p>УК-2.3: Знать основы принятия решений на различных этапах конкретных проектов Уметь применять на практике основы принятия решений на различных этапах конкретных проектов Владеть навыками практического опыта принятия решений на различных этапах конкретных проектов</p>		
<p>ПК-8: Способен проектировать информационные процессы и системы с использованием инновационных инструментальных средств</p>	<p>ПК-8.1: Демонстрирует знание современных технологий проектирования информационных процессов и систем. ПК-8.2: Демонстрирует умение применять инновационные инструментальные средства при проектировании информационных процессов и систем. ПК-8.3: Имеет практический опыт проектирования информационных процессов и систем с использованием инновационных инструментальных средств.</p>	<p>ПК-8.1: Знать основные понятия и принципы моделирования систем; основные концепции моделирования систем Уметь использовать основные методы и приемы проектирования архитектуры ИС предприятий и организаций в прикладной области, обозначить назначение и цели разработки информационной системы Владеть навыками определения состава и содержания работ, обозначения назначения и цели разработки информационной системы</p> <p>ПК-8.2: Знать классификацию и основные концептуальные модели систем; формализацию и алгоритмизацию процессов функционирования систем. Уметь применять основные принципы организации работы по моделированию прикладных ИС и реинжинирингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации. Владеть навыками применения инновационные инструментальные средства</p>	<p>Задания Тест</p>	<p>Зачёт: Контрольные вопросы</p>

		<p>при проектировании информационных процессов и систем.</p> <p>ПК-8.3: Знать основы проектирования информационных процессов и систем с использованием инновационных инструментальных средств. Уметь проектировать информационные процессы и системы с использованием инновационных инструментальных средств. Владеть навыками проведения научного эксперимента с помощью математической модели процесса или явления, анализа моделей, оценки и интерпретации результатов исследования и составления практических рекомендаций по их применению и совершенствованию данных методов.</p>		
<p>ПК-9: Способен руководить проектами по созданию и модернизации гибридных ИИС, базирующихся на концепции системы, основанной на знаниях, и современных нейросетевых технологиях принятия решений</p>	<p>ПК-9.1: Демонстрирует знание базовых принципов концепции системы, основанной на знаниях, и нейросетевой парадигмы принятия решений при планировании проектов гибридных ИИС. ПК-9.2: Демонстрирует умение организовать командный подход к созданию и модернизации гибридных ИИС. ПК-9.3: Имеет опыт разработки в команде конкретного проекта по созданию оболочки гибридной ИИС.</p>	<p>ПК-9.1: Знать основные методы проведения обследования организаций, выявления информационных потребностей пользователей и формирования требований к базам данных и базам знаний информационной системы. Уметь использовать основные методы проведения обследования организаций, выявления информационных потребностей пользователей и формирования требований к базам данных и базам знаний информационной системе применительно к соответствующей организации. Владеть современными методиками и технологиями подготовки и проведения обследования организаций, выявления информационных потребностей пользователей</p>	<p>Задания Тест</p>	<p>Зачёт: Контрольные вопросы</p>

		<p>и формирования требований к базам данных и базам знаний информационной системе применительно к соответствующей организации.</p> <p>ПК-9.2: Знать основы командного подхода к созданию и модернизации гибридных ИИС. Уметь организовать командный подход к созданию и модернизации гибридных ИИС. Владеть навыками по организации командного подхода к созданию и модернизации гибридных ИИС.</p> <p>ПК-9.3: Знать основы руководства конкретными проектами по созданию и модернизации гибридных ИИС. Уметь руководить конкретными проектами по созданию и модернизации гибридных ИИС. Владеть навыками руководства конкретными проектами по созданию и модернизации гибридных ИИС.</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	заочная
Общая трудоемкость, з.е.	3	3
Часов по учебному плану	108	108
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	16	4
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16	6
- КСР	1	1
самостоятельная работа	75	93
Промежуточная аттестация	0	4

	зачёт	зачёт
--	-------	-------

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе								
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего				
	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	
Тема 1. Основные понятия и принципы моделирования систем. Классификация моделей.	13	11	2	0	2	0	4	0	9	11	
Тема 2. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем.	13	12	2	1	2	0	4	1	9	11	
Тема 3. Модели простых систем.	13	12	2	0	2	1	4	1	9	11	
Тема 4. Сетевые модели и модели динамического программирования.	13	14	2	1	2	1	4	2	9	12	
Тема 5. Модели линейного программирования.	13	14	2	1	2	1	4	2	9	12	
Тема 6. Модели теории игр и марковские модели случайных процессов.	14	14	2	1	2	1	4	2	10	12	
Тема 7. Модели массового обслуживания.	14	13	2	0	2	1	4	1	10	12	
Тема 8. Имитационное моделирование систем.	14	13	2	0	2	1	4	1	10	12	
Аттестация	0	4									
КСР	1	1						1	1		
Итого	108	108	16	4	16	6	33	11	75	93	

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Моделирование систем" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8007>).

Иные учебно-методические материалы: Учебно-методические документы,

регламентирующие самостоятельную работу

адреса доступа к документам

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

https://arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции УК-2

Задание. Построить на координатной плоскости область допустимых решений и найти наибольшее и наименьшее значение линейной функции f в этой области.

$$f = 2x_1 + 3x_2 \text{ при } \begin{cases} x_1 - x_2 \leq 4 \\ 5x_1 + 3x_2 \leq 15 \\ x_1 + x_2 \leq 6 \end{cases}$$

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-8

Фабрика производит три вида краски К1, К2, К3 и использует для каждой краски три вида сырья – А, Б, В. Нормы расхода сырья на производство красок заданы в таблице

Виды сырья	Типы краски		
	К1	К2	К3
А	2	1	4
Б	1	3	2
В	7	6	4

Запасы сырья А на складе равны 45 у.ед., сырья Б – 70 у.ед., сырья В – 200 у.ед. Прибыль от реализации одной банки краски К1 равна 65 у.е., К2 – 90 у.е., К3 – 70 у.е.

Составить план производства краски так, чтобы прибыль от реализации была наибольшей.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-9

Задание. Используя симплекс-метод, решить следующие задачи

$$f = 3x_1 + 2x_3 - 6x_6 \rightarrow \max$$

при

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 3x_3 + 6x_6 = 18 \\ -3x_1 + 2x_3 + x_4 - 2x_6 = 24 \\ x_1 + 3x_3 + x_5 - 4x_6 = 36 \\ x_1, \dots, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный.

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
удовлетворительно	Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или неполный, несвязный ответ.
неудовлетворительно	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-2

- Случайные факторы модели приближенно можно заменить не случайными когда**
 - распределение случайных факторов известно
 - диапазон их разброса сравнительно мал
 - невозможно определить характер их изменений
 - известно их математическое ожидание
 - объект реализует свою функцию многократно
- Метод оптимизации в среднем можно использовать если объект реализует свои функции многократно и относительно случайных факторов известно**
 - дисперсия
 - математическое ожидание
 - данные измерений
 - совместное распределение
 - диапазон изменения
- Игра называется парной тогда, когда**
 - все партнеры выступают как два противника
 - партнеры имеют по две стратегии
 - игра содержит только две стратегии
 - все партнеры сгруппированы в пары
- Формулировка принципа оптимальности: Оптимальная стратегия обладает свойством оптимальности**
 - функции выигрыша на всех предыдущих шагах
 - на предыдущих шагах процесса
 - функции выигрыша на каждом шаге
 - функции выигрыша на всех последующих шагах
 - начиная с данного шага и до конца процесса
- Временной резерв это**
 - срок окончания самой «длинной» работы
 - время, на которое может быть задержана работа без ущерба для общего срока

- C. сумма времени критических работ
- D. срок окончания последней работы
- E. срок окончания комплекса работ

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-8

1. **Транспортная задача с критерием времени классифицируется следующим образом**
 - A. является задачей ЛП
 - B. не является задачей ЛП и не решается методами ЛП
 - C. не является задачей ЛП, но может быть к ней сведена
 - D. может быть сведена к нескольким задачам ЛП
 - E. сводится к задаче ЛП путем введения «добавочных переменных»
2. **Непрерывной цепью Маркова называется Марковский процесс, в котором**
 - A. известно распределение времени перехода из состояния в состояние
 - B. события перехода из состояния в состояние образуют неполную группу
 - C. переход из состояния в состояние происходит в случайные моменты времени
 - D. события перехода из состояния в состояние образуют полную группу
3. **Чистой ценой игры называют**
 - A. цену в седловой точке
 - B. минимально-возможный выигрыш
 - C. максимально-возможный проигрыш
 - D. минимально-возможный проигрыш
 - E. максимально-возможный выигрыш
4. **Для упрощения решения транспортной задачи с избытком заявок (неправильным балансом) необходимо**
 - A. ввести фиктивный пункт отгрузки
 - B. ввести фиктивный пункт назначения
 - C. изменить знак значений объемов поставок
 - D. ввести фиктивные пункты назначения и отгрузки
5. **Временным сетевым графиком называется сетевой график,**
 - A. упорядоченный по времени выполнения работы
 - B. на котором проставлена длительность работы
 - C. на котором длина стрелки пропорциональна длительности работы
 - D. построенный вдоль временной оси с учетом длительности работ

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-9

1. **Модель является детерминированной, если**
 - A. заданы пределы изменения элементов решения, входящих в критерий эффективности
 - B. она не содержит неопределенных факторов
 - C. фиксированы все внешние факторы—условия и пределы изменения факторов элементов решения
 - D. известны пределы изменения всех элементов решения
 - E. известны значения всех внешних факторов
2. **Условно-оптимальное управление – это управление, приводящее процесс**

- А. на шаг вперед
 - В. на шаг назад
 - С. из начальной точки в данную
 - Д. из начальной точки в конечную
 - Е. из данной точки в конечную
3. **Функция условного оптимального выигрыша определяется**
- А. функциональным уравнением динамического программирования
 - В. функцией выигрыша на предыдущем шаге
 - С. суммой выигрышей на всех шагах процесса
 - Д. функцией выигрыша на данном шаге
 - Е. суммой выигрышей от данного шага до конца процесса
4. **Число критических путей на сетевом графике**
- А) ≤ 3
 - В) 1
 - С) ≤ 1
 - Д) равно $(n + 1 - m)$, где n – число дуг, m – число узлов
 - Е) равно числу работ деленному на число «фиктивных» работ
5. **Постановка задачи ЛП о пищевом рационе выполнена при условии**
- А. заданной диеты
 - В. сбалансированности питания
 - С. необходимого количества продуктов
 - Д. минимизации стоимости рациона
 - Е. необходимой пищевой ценности
6. **Недостатком составного критерия в виде дроби является**
- А. сложность использования методов численной оптимизации
 - В. возможность взаимной компенсации разнородных показателей
 - С. показатели стоящие в знаменателе могут обращаться в нуль
 - Д. отсутствие объективных оценок весовых коэффициентов
7. **Личным ходом называется выбор варианта действий**
- А. путем бросанием монеты или костей
 - В. скрытно от противника
 - С. игроком
 - Д. направленных на введение противника в заблуждение
 - Е. наносящий максимальный ущерб противнику

8. Дана платежная матрица: $\begin{vmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 2 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 2 \end{vmatrix}$. Верхняя и нижняя цена игры

составляет

- А) $-1, -1$
- В) $1, -1$
- С) $3, -2$
- Д) $-2, -2$

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	85-100% правильных ответов
хорошо	66-84 % правильных ответов
удовлетворительно	50-65 % правильных ответов
неудовлетворительно	меньше 50 %

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

зачтено	ельно	
---------	-------	--

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Зачёт

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует в целом требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент как минимум способен решать стандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
не зачтено	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций не соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент не готов решать профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции УК-2 (Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла)

1. Системность, как общее свойство окружающего мира.
2. Система и окружающая среда.
3. Системный анализ, как общий подход к исследованию систем.
4. Моделирование, как метод научного познания.
5. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация.
6. Непрерывно-детерминированная модель задачи Коши и ее реализация с использованием численных методов Эйлера и его модификаций.
7. Основная задача линейного программирования и его каноническая форма записи.
8. Геометрическая интерпретация основной задачи линейного программирования.
9. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования; алгоритм его реализации.
10. Табличный алгоритм замены базисных переменных.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-8 (Способен проектировать информационные процессы и системы с использованием инновационных инструментальных средств)

1. Классификация видов моделирования систем.
2. Возможности и эффективность моделирования систем на вычислительных машинах.
3. Методика разработки и машинной реализации моделей систем.
4. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.
5. Непрерывно-детерминированная модель процесса распространения тепла. Уравнение теплопроводности Фурье и его численное решение методом конечных разностей (явная схема).
6. Стохастические модели. Построение множественного линейного уравнения регрессии методом наименьших квадратов.
7. Стохастические модели. Построение нелинейного уравнения регрессии с использованием метода выравнивания.
8. Планирование эксперимента. Построение множественного линейного уравнения регрессии по результатам дробного факторного эксперимента.
9. Задача планирования комплекса работ с использованием метода сетевого планирования. Постановка задачи.
10. Сетевой график комплекса работ. Временной сетевой график.
11. Оптимизация плана комплекса работ.
12. Симплекс-метод. Отыскание опорного решения.
13. Постановка транспортной задачи линейного программирования.
14. Улучшение плана перевозок в транспортной задаче.
15. Задачи динамического программирования. Общие характеристики.
16. Общий алгоритм решения задачи динамического программирования.
17. Случайные процессы с дискретным и непрерывным временем. Марковская цепь.
18. Поток событий. Простейший поток и его свойства.
19. Циклический марковский процесс.
20. Задачи и предмет теории игр и статистических решений.
21. Теория статистических решений. Основные положения.
22. Классификация и описание систем массового обслуживания.
23. Алгоритм имитационной модели однофазной, одноканальной системы массового обслуживания с приоритетами.
24. Методы теории планирования эксперимента.
25. Тактическое планирование машинных экспериментов по имитационному моделированию.
26. Алгоритм и общие принципы проверки статистических гипотез.
27. Методика и алгоритм проведения корреляционного анализа результатов имитационного моделирования.
28. Методика и алгоритм проведения дисперсионного анализа результатов имитационного моделирования.
29. Оценка эффективности функционирования сложной системы по результатам имитационного моделирования.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-9 (Способен руководить проектами по созданию и модернизации гибридных ИИС, базирующихся на концепции системы, основанной на знаниях, и современных нейросетевых технологиях принятия решений)

1. Системность, как общее свойство окружающего мира.

2. Система и окружающая среда.
3. Системный анализ, как общий подход к исследованию систем.
4. Моделирование, как метод научного познания.
5. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация.
6. Непрерывно-детерминированная модель задачи Коши и ее реализация с использованием численных методов Эйлера и его модификаций.
7. Основная задача линейного программирования и его каноническая форма записи.
8. Геометрическая интерпретация основной задачи линейного программирования.
9. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования; алгоритм его реализации.
10. Табличный алгоритм замены базисных переменных.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Коломейченко Алла Сергеевна. Математическое моделирование и проектирование : Учебное пособие / Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина; Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий - ВНИИ экономики сельского хозяйства; Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. - 181 с. - Среднее профессиональное образование. - ISBN 978-5-16-015651-4. - ISBN 97, <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=769880&idb=0>.
2. Бабаш Александр Владимирович. Моделирование системы защиты информации: Практикум : Учебное пособие / Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики". - 3-е изд. - Москва : Издательский Центр РИОР, 2020. - 320 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-369-01848-4. - ISBN 978-5-16-108538-7. - ISBN 978-5-16-016214-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=632290&idb=0>.
3. Бордовский Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 319 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491147> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-05365-4 : 1019.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=817910&idb=0>.
4. Колпаков Василий Федорович. Экономико-математическое и эконометрическое моделирование: Компьютерный практикум : Учебное пособие / Московский государственный психолого-педагогический университет. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 396 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-010967-1. - ISBN 978-5-16-105558-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=607113&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Сосновиков Георгий Константинович. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World : Учебное пособие / Московский технический университет связи и информатики, Северо-Кавказский ф-л. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2020. - 112 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-00091-035-1. - ISBN 978-5-16-010697-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=631306&idb=0>.

2. Маликов Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие / Р. Ф. Маликов. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - 403 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/488153> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-15279-1 : 1549.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=821903&idb=0>.
3. Безруков Алексей Иосифович. Математическое и имитационное моделирование : Учебное пособие / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, ф-л Саратовский социально-экономический институт. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 227 с. - Профессиональное образование. - ISBN 978-5-16-012709-5. - ISBN 978-5-16-103017-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=625362&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp

ГАРАНТ. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс].– Адрес доступа: <http://www.garant.ru>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;

программное обеспечение Yandex Browser;

программное обеспечение Paint.NET;

программное обеспечение 1С:

* "Бухгалтерия предприятия", редакция 3.0, см. <http://v8.1c.ru/buhv8/> ,

* "Управление торговлей", редакция 11.1, см. <http://v8.1c.ru/trade/> ,

* "Зарплата и управление персоналом", редакция 3.0, см. <http://v8.1c.ru/hrm/> ,

* "Управление небольшой фирмой", редакция 1.5, см. <http://v8.1c.ru/small.biz/> ,

* "ERP Управление предприятием 2.0", см. <http://v8.1c.ru/erp/> .

* "Бухгалтерия государственного учреждения", редакция 1.0, см. <http://v8.1c.ru/stateacc/> ,

* "Зарплата и кадры государственного учреждения", редакция 1.0, <http://v8.1c.ru/statehrm/> .

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znaniium" <http://znaniium.com/>

Электронно-библиотечная система Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>

Фундаментальная библиотека ННГУ www.lib.unn.ru/

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: lib.arz.unn.ru

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского» <https://mooc.unn.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 09.04.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Статуев Алексей Анатольевич, кандидат педагогических наук, доцент.

Рецензент(ы): Ямпурин Николай Петрович, доктор технических наук.

Заведующий кафедрой: Статуев Алексей Анатольевич, кандидат педагогических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 19.10.2022, протокол № 13.