

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Зеленодольский институт машиностроения и информационных  
технологий (филиал) федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева - КАИ»

Кафедра машиностроения и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЗИМИТ КНИТУ-КАИ

Х. Р. Кадырова

«31» августа 2017 г.

Регистрационный номер 31.15.09.05/30

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Математическое моделирование и оптимизация»

Индекс по учебному плану: Б1.В.07

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств


Квалификация: бакалавр


Профиль подготовки: Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств

Виды профессиональной деятельности: производственно-технологическая;  
проектно-конструкторская

Зеленодольск 2017 г.

Рабочая программа составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «11» августа 2016 г. № 1000 и в соответствии с учебным планом направления 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ от «31» августа 2017 г., протокол № 6.

Рабочая программа дисциплины разработана к.т.н., доцентом кафедры машиностроения и информационных технологий Вахидовой З.Р.  утверждена на заседании кафедры машиностроения и информационных технологий протокол № 1 от «29» августа 2017 г.

Заведующий кафедрой машиностроения и информационных технологий, к.т.н., доцент  Абзалов А.Р.

Рабочая программа дисциплины	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	Кафедра, ответственная за ОП	29.08.2017 г.	№ 1	 зав. кафедрой машиностроения и информационных технологий А.Р. Абзалов
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия ЗИМИТ КНИТУ-КАИ	29.08.2017 г.	№ 1	 председатель УМК И.Н. Богданова
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	31.08.2017 г.	—	 Зав. научно-технической библиотекой Ю.Н. Ершова

## **РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цель изучения дисциплины**

Основной целью изучения дисциплины является изучение основных понятий и методов математического моделирования, получение навыков в построении и использовании математических моделей в профессиональной деятельности.

### **1.2. Задачи дисциплины**

Основными задачами изучения дисциплины являются:

– ознакомить студентов с сущностью, познавательными возможностями и практическим значением моделирования как одного из научных методов познания реальности;

– дать представление о наиболее распространённых математических методах, используемых в математическом моделировании и оптимизации;

– научить интерпретировать результаты математического моделирования и применять их для обоснования решений;

– сформировать основу для дальнейшего самостоятельного изучения приложений математического моделирования и оптимизации в процессе профессиональной деятельности.

### **1.3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина Б1.В.07 Математическое моделирование и оптимизация входит в состав вариативной части Блока 1.

#### 1.4. Объем дисциплины (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы)

Таблица 1а

##### Объем дисциплины для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:			
	в ЗЕ	в час	5		6	
			в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<i>Аудиторные занятия</i>	<b>1,9</b>	<b>68</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>0,9</b>	<b>32</b>
Лекции	0,95	34	0,5	18	0,45	16
Лабораторные работы	0,95	34	0,5	18	0,45	16
Практические занятия	0	0	0	0	0	0
<b>Самостоятельная работа студента</b>	<b>6,1</b>	<b>220</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>4,1</b>	<b>148</b>
Проработка учебного материала	4,1	148	1	36	3,1	112
Курсовой проект	0	0	0	0	0	0
Курсовая работа	0	0	0	0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	2	72	1	36	1	36
Промежуточная аттестация:			<b>экзамен</b>		<b>экзамен</b>	

Таблица 1б

##### Объем дисциплины для очно-заочной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:			
	в ЗЕ	в час	5		6	
			в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<i>Аудиторные занятия</i>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Лекции	1	36	0,5	18	0,5	18
Лабораторные работы	1	36	0,5	18	0,5	18
Практические занятия	0	0	0	0	0	0
<b>Самостоятельная работа студента</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
Проработка учебного материала	4	144	2	72	2	72
Курсовой проект	0	0	0	0	0	0
Курсовая работа	0	0	0	0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	2	72	1	36	1	36
Промежуточная аттестация:			<b>экзамен</b>		<b>экзамен</b>	

Таблица 1в

## Объем дисциплины для заочной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Курс			
	в ЗЕ	в час	3		3	
			в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<i>Аудиторные занятия</i>	<b>0,66</b>	<b>24</b>	<b>0,33</b>	<b>12</b>	<b>0,33</b>	<b>12</b>
Лекции	0,33	12	0,22	8	0,11	4
Лабораторные работы	0,33	12	0,11	4	0,22	8
Практические занятия	0	0	0	0	0	0
<b>Самостоятельная работа студента</b>	<b>7,34</b>	<b>264</b>	<b>3,67</b>	<b>132</b>	<b>3,67</b>	<b>132</b>
Проработка учебного материала	6,84	246	3,42	123	3,42	123
Курсовой проект	0	0	0	0	0	0
Курсовая работа	0	0	0	0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	0,5	18	0,25	9	0,25	9
Промежуточная аттестация:			<b>экзамен</b>		<b>экзамен</b>	

## 1.5. Планируемые результаты обучения

Таблица 2

## Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
ПК-1 Способность применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий			
Знание аналитических и численных методов при разработке математических моделей способов реализации основных технологических процессов	Знание методов аналитического и эмпирического моделирования способов реализации основных технологических процессов	Знание методов аналитического, эмпирического и стохастического моделирования способов реализации основных технологических процессов	Знание методов аналитического, эмпирического, стохастического и многокритериального моделирования способов реализации основных технологических процессов

Умение использовать аналитические и численные методы при разработке математических моделей способов реализации основных технологических процессов	Умение использовать методы аналитического и эмпирического моделирования способов реализации основных технологических процессов	Умение использовать методы аналитического, эмпирического и стохастического моделирования способов реализации основных технологических процессов	Умение использовать методы аналитического, эмпирического, стохастического и многокритериального моделирования способов реализации основных технологических процессов
Владение аналитическими и численными методами при разработке математических моделей способов реализации основных технологических процессов	Владение методами аналитического и эмпирического моделирования способов реализации основных технологических процессов	Владение методами аналитического, эмпирического и стохастического моделирования способов реализации основных технологических процессов	Владение методами аналитического, эмпирического, стохастического и многокритериального моделирования способов реализации основных технологических процессов
ПК-2 Способность использовать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий			
Знание методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей машиностроительных изделий	Знание методов стандартных испытаний при аналитическом и эмпирическом моделировании по определению технологических показателей машиностроительных изделий	Знание методов стандартных испытаний при аналитическом, эмпирическом и стохастическом моделировании по определению технологических показателей машиностроительных изделий	Знание методов стандартных испытаний при аналитическом, эмпирическом, стохастическом и многокритериальном моделировании по определению технологических показателей машиностроительных изделий
Умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей машиностроительных изделий	Умение применять методы стандартных испытаний при аналитическом и эмпирическом моделировании по определению технологических показателей машиностроительных изделий.	Умение применять методы стандартных испытаний при аналитическом, эмпирическом и стохастическом моделировании по определению технологических показателей машиностроительных изделий	Умение применять методы стандартных испытаний при аналитическом, эмпирическом, стохастическом и многокритериальном моделировании по определению технологических показателей машиностроительных изделий

Владение методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей машиностроительных изделий	Владение методами стандартных испытаний при аналитическом и эмпирическом моделировании по определению технологических показателей машиностроительных изделий.	Владение методами стандартных испытаний при аналитическом, эмпирическом и стохастическом моделировании по определению технологических показателей машиностроительных изделий.	Владение методами стандартных испытаний при аналитическом, эмпирическом, стохастическом и многокритериальном моделировании по определению технологических показателей машиностроительных изделий.
---	---	---	---

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1. Структура дисциплины, ее трудоемкость

Таблица 3

Распределение фонда времени по видам занятий очной формы обучения

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы*)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Основы моделирования</b>							ФОС ТК-1
Тема 1.1. Основные понятия моделирования	8	2			6	ПК-1 З	Текущий контроль
Тема 1.2. Основы численного моделирования	20	4	6		10	ПК-1 З, У, В	Текущий контроль

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 2. Оптимизационные методы и модели. Основы линейного программирования</b>							ФОС ТК-2
Тема 2.1. Оптимизация. Постановка задачи оптимизации. Математическое программирование	8	2			6	ПК-1 З	Текущий контроль
Тема 2.2. Линейное программирование	24	6	8		10	ПК-1 З, У, В ПК-2 З, У, В	Текущий контроль
Тема 2.3. Целочисленное линейное программирование	12	4	4		4	ПК-1 З, У, В	Текущий контроль
<b>Экзамен</b>	36				36		ФОС ПА-1
<b>Всего за семестр 5</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>		
<b>Раздел 3. Специальные задачи линейного программирования</b>							ФОС ТК-3
Тема 3.1. Транспортная задача	38	4	4		30	ПК-1 З, У, В	Текущий контроль
Тема 3.2. Задачи, сводящиеся к транспортной модели	38	4	4		30	ПК-1 З	Текущий контроль
<b>Раздел 4. Нелинейное, динамическое и многокритериальное программирование</b>							ФОС ТК-4
Тема 4.1. Нелинейное программирование	29	4	4		21	ПК-1 З, У, В	Текущий контроль
Тема 4.2. Динамическое программирование	27	2	4		21	ПК-1 З, У, В	Текущий контроль
Тема 4.3. Многокритериальное программирование	12	2			10	ПК-1 З	Текущий контроль
<b>Экзамен</b>	36				36		ФОС ПА-2
<b>Всего за семестр 6</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>148</b>		
<b>ИТОГО:</b>	<b>288</b>	<b>34</b>	<b>34</b>		<b>220</b>		

\*если указаны в плане



Таблица 36

Распределение фонда времени по видам занятий очно-заочной формы обучения

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы*)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Основы моделирования</b>							ФОС ТК-1
Тема 1.1. Основные понятия моделирования	14	2			12	ПК-1 3	Текущий контроль
Тема 1.2. Основы численного моделирования	30	4	6		20	ПК-1 3, У, В	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Оптимизационные методы и модели. Основы линейного программирования</b>							ФОС ТК-2
Тема 2.1. Оптимизация. Постановка задачи оптимизации. Математическое программирование	14	2			12	ПК-1 3	Текущий контроль
Тема 2.2. Линейное программирование	34	6	8		20	ПК-1 3, У, В ПК-2 3, У, В	Текущий контроль
Тема 2.3. Целочисленное линейное программирование	16	4	4		8	ПК-1 3, У, В	Текущий контроль
<b>Экзамен</b>	36				36		ФОС ПА-1
<b>Всего за семестр 5</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>108</b>		
<b>Раздел 3. Специальные задачи линейного программирования</b>							ФОС ТК-3
Тема 3.1. Транспортная задача	30	5	5		20	ПК-1 3, У, В	Текущий контроль
Тема 3.2. Задачи, сводящиеся к транспортной модели	30	5	5		20	ПК-1 3	Текущий контроль

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 4. Нелинейное, динамическое и многокритериальное программирование</b>							ФОС ТК-4
Тема 4.1. Нелинейное программирование	20	4	4		12	ПК-1 3, У, В	Текущий контроль
Тема 4.2. Динамическое программирование	18	2	4		12	ПК-1 3, У, В	Текущий контроль
Тема 4.3. Многокритериальное программирование	10	2			8	ПК-1 3	Текущий контроль
<b>Экзамен</b>	36				36		ФОС ПА-2
<b>Всего за семестр 6</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>108</b>		
<b>ИТОГО:</b>	<b>288</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>216</b>		

\*если указаны в плане

Таблица 3в

Распределение фонда времени по видам занятий заочной формы обучения

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы*)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Основы моделирования</b>							ФОС ТК-1
Тема 1.1. Основные понятия моделирования	16	1			15	ПК-1 3	Текущий контроль
Тема 1.2. Основы численного моделирования	43	2	1		40	ПК-1 3, У, В	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Оптимизационные методы и модели. Основы линейного программирования</b>							ФОС ТК-2
Тема 2.1. Оптимизация. Постановка задачи оптимизации. Математическое программирование	16	1			15	ПК-1 3	Текущий контроль

1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 2.2. Линейное программирование	44	2	2		40	ПК-1 З, У, В ПК-2 З, У, В	Текущий контроль
Тема 2.3. Целочисленное линейное программирование	16	2	1		13	ПК-1 З, У, В	Текущий контроль
<b>Экзамен</b>	9				9		ФОС ПА-1
<b>Всего за установочную и зимнюю сессию 3 курса</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>132</b>		
<b>Раздел 3. Специальные задачи линейного программирования</b>							ФОС ТК-3
Тема 3.1. Транспортная задача	44	2	2		40	ПК-1 З, У, В	Текущий контроль
Тема 3.2. Задачи, сводящиеся к транспортной модели	42	1	2		39	ПК-1 З	Текущий контроль
<b>Раздел 4. Нелинейное, динамическое и многокритериальное программирование</b>							ФОС ТК-4
Тема 4.1. Нелинейное программирование	20	1	2		17	ПК-1 З, У, В	Текущий контроль
Тема 4.2. Динамическое программирование	19		2		17	ПК-1 З, У, В	Текущий контроль
Тема 4.3. Многокритериальное программирование	10				10	ПК-1 З	Текущий контроль
<b>Экзамен</b>	9				9		ФОС ПА-2
<b>Всего за летнюю сессию 3 курса</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>132</b>		
<b>ИТОГО:</b>	<b>288</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>264</b>		

\*если указаны в плане

Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)					
	ПК-1			ПК-2		
	ПК-1Б	ПК-1У	ПК-1В	ПК-2Б	ПК-2У	ПК-2В
Раздел 1. Основы моделирования						
Тема 1.1. Основные понятия моделирования	*					
Тема 1.2. Основы численного моделирования	*	*	*			
Раздел 2. Оптимизационные методы и модели. Основы линейного программирования						
Тема 2.1. Оптимизация. Постановка задачи оптимизации. Математическое программирование	*					
Тема 2.2. Линейное программирование	*	*	*	*	*	*
Тема 2.3. Целочисленное линейное программирование	*	*	*			
Раздел 3. Специальные задачи линейного программирования						
Тема 3.1. Транспортная задача	*	*	*			
Тема 3.2. Задачи, сводящиеся к транспортной модели	*					
Раздел 4. Нелинейное, динамическое и многокритериальное программирование						
Тема 4.1. Нелинейное программирование	*	*	*			
Тема 4.2. Динамическое программирование	*	*	*			
Тема 4.3. Многокритериальное программирование	*					

## 2.2. Содержание дисциплины

### Раздел 1. Основы моделирования

#### Тема 1.1. Основные понятия моделирования

Модели объектов и процессов. Классификация моделей. Этапы моделирования. Компьютерное моделирование. Имитационное моделирование.

Литература: [1]

## **Тема 1.2. Основы численного моделирования**

Численное решение дифференциального уравнения. Интерполяция и экстраполяция. Численное интегрирование. Решение математических задач в среде Excel.

Литература: [1]

## **Раздел 2. Оптимизационные методы и модели. Основы линейного программирования**

### **Тема 2.1. Оптимизация. Постановка задачи оптимизации. Математическое программирование**

Основные понятия. Постановка задачи оптимизации. Математическое программирование.

Литература: [2]

### **Тема 2.2. Линейное программирование**

Задача линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Двойственная задача линейного программирования.

Литература: [2]

### **Тема 2.3. Целочисленное линейное программирование**

Целочисленное линейное программирование. Метод Гомори. Задача о рациональной загрузке.

Литература: [2]

## **Раздел 3. Специальные задачи линейного программирования**

### **Тема 3.1. Транспортная задача.**

Метод северо-западного угла. Метод минимального элемента. Метод оценок.

Литература: [2]

### **Тема 3.2. Задачи, сводящиеся к транспортной модели**

Экономические задачи, сводящиеся к транспортной модели. Задача о назначениях.

Литература: [2]

## **Раздел 4. Нелинейное, динамическое и многокритериальное программирование**

### **Тема 4.1. Нелинейное программирование**

Задача нелинейного программирования. Графический метод решения задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.

Литература: [2]

### **Тема 4.2. Динамическое программирование**

Постановка задачи динамического программирования. Некоторые экономические задачи, решаемые методами динамического программирования.

Литература: [2]

### **Тема 4.3. Многокритериальное программирование**

Понятие многокритериального программирования. Графический метод решения задачи многокритериального программирования (Парето-оптимальное множество, метод идеальной точки). Метод сведения задачи многокритериального программирования к задаче однокритериального программирования.

Литература: [2]

## **2.3. Курсовой проект/курсовая работа**

Курсовой проект /курсовая работа в рамках изучения дисциплины учебным планом не предусмотрены.

## РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью рабочей программы.

#### Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела	Вид оценочных средств	Примечание
1.	Основы моделирования	ФОС ТК-1	Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу (ФОС ТК-1)
2.	Оптимизационные методы и модели. Основы линейного программирования	ФОС ТК-2	Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (ФОС ТК-2)
3.	Специальные задачи линейного программирования	ФОС ТК-3	Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (ФОС ТК-3)
4.	Нелинейное, динамическое и многокритериальное программирование	ФОС ТК-4	Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (ФОС ТК-4)

Типовые оценочные средства для текущего контроля:

Семестр 5

<br> В чем состоит идея моделирования:

\*а) в замене реального объекта некоторым его заместителем, отдельные свойства которого полностью или частично совпадают со свойствами исходного

б) в создании более простых условий для расчета

в) в нахождении оптимальных значений целевой функции

г) в применении натуральных образов реальных объектов

<br> Метод, основанный на геометрической интерпретации задачи линейного программирования:

\*а) графический метод

- б) симплексный метод
- в) метод северо-западного угла
- г) метод минимального элемента

и т.п.

### Семестр 6

<br> Модель транспортной задачи, в которой суммарная мощность поставщиков равна суммарному спросу потребителей называется:

- \*закрытой моделью;
- открытой моделью;
- балансовой моделью;
- моделью сетевого планирования и управления.

<br> Если целевая функция исходной задачи линейного программирования задается на максимум, то целевая функция двойственной задачи задается:

- \*на минимум;
- на максимум;
- нет правильного ответа;
- как на максимум, так и на минимум.

и т.п.

### **3.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью рабочей программы дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.



## Первый этап: типовые тестовые задания

### Семестр 5

<br> Процесс моделирования включает в себя:

\* субъект исследования, объект исследования, модель

модель

субъект исследования

объект исследования

<br> В каком виде представлена модель

$$F = 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 6x_4 \rightarrow \max$$

при ограничениях

$$3x_1 - x_2 + x_3 + 3x_4 = 2,$$

$$x_1 + 3x_2 - x_4 \geq 5,$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, 3, 4$$

\* в стандартном виде;

в каноническом виде;

в тривиальном виде;

в обычном виде.

и т.п.

### Семестр 6

<br> Каким образом любую несбалансированную транспортную модель можно свести к сбалансированной в случае, когда суммарное предложение меньше суммарного спроса:

увеличить предложение одного из поставщиков

уменьшить на одного количество потребителей

уменьшить спрос одного из потребителей

\* ввести фиктивного  $(m + 1)$  поставщика

<br> План перевозки груза в транспортной сети представляется в виде массива элементов размерности  $m \times n$  вида:

$$X = (x_{11}, \dots, x_{1n}, x_{21}, \dots, x_{2n}, \dots, x_{i1}, \dots, x_{in}, \dots, x_{m1}, \dots, x_{mn}),$$

где план перевозок  $X$  может рассматриваться как вектор, распадающийся на  $m$  групп, по  $n$  элементов в каждой, чему соответствует  $i$ -я группа  $x_{i1}, \dots, x_{in}$ :

стоимости перевозки груза из  $i$ -го пункта производства во все возможные пункты потребления

\*объёмам груза, вывозимым из  $i$ -го пункта производства во все возможные пункты потребления

объёмам груза, вывозимым из всех пунктов производства во все возможные пункты потребления кроме  $i$ -го

стоимости перевозки груза из всех пунктов производства во все возможные пункты потребления кроме  $i$ -го

и т.п.

## **Второй этап: вопросы к комплексному заданию –**

### **Теоретические навыки: письменный ответ на теоретические вопросы**

#### Семестр 5

1. Основные понятия моделирования.
2. Постановка задачи оптимизации.
3. и т.п.

#### Семестр 6

1. Транспортная задача.
2. Задача нелинейного программирования.
3. и т.п.

## Практические навыки: решение задачи из билета

Примеры типовых задач:

### Семестр 5

1. Найти графическим методом решение задачи линейного программирования

$$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 4, \\ 3x_1 + x_2 \geq 4, \\ x_1 + 5x_2 \geq 4, \\ x_1 \leq 3, \\ x_2 \leq 3, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. Найти двойственную задачу для задачи

$$F = 12x_1 + 3x_2 + 4x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 1, \\ x_1 + x_2 - 3x_3 \geq 4, \\ x_1 + 2x_2 - 5x_3 = 3 \\ x_1 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

3. и т.п.

### Семестр 6

1. Найти первоначальный план поставок методом северо-западного угла.

	70	100	110
50	1	3	2
100	4	5	7
130	6	2	4

2. В двух цехах предприятия нужно изготовить 20 изделий некоторой продукции. Затраты, связанные с изготовлением  $x_1$  изделий в 1-м цехе, равны  $5x_1^2$  руб., а затраты при изготовлении  $x_2$  изделий во 2-м цехе равны  $10x_2 + 5x_2^2$  руб. Составить план производства изделий в двух цехах с минимальными затратами.

3. и т.п.

### 3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины проведение экзамена проводится в два этапа: **тестирование** и **письменного задания**.

**Первый этап** проводится в виде тестирования.

**Тестирование** ставит целью оценить **пороговый** уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки **превосходного и продвинутого** уровня усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде **письменного задания**, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы и решение задачи.

### 3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Таблица 5

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах БРС	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 50	Неудовлетворительно

## **РАЗДЕЛ 4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **4.1.1 Основная литература**

1. Колдаев, В.Д. Численные методы и программирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Под ред. проф. Л.Г. Гагариной – Электрон. дан. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013. – 336 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=370603>

2. Шелехова, Л.В. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91895>. – Загл. с экрана.

#### **4.1.2 Дополнительная литература**

1. Бережная, Е.В., Бережной, В.И. Методы и модели принятия управленческих решений [Электронный ресурс]: учебное пособие – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 384 с.: Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=414580>. – Загл. с экрана.

#### **4.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ**

1 Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014. – 389 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=424033>.

2. Мастяева, И.Н. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс]: учебник /И.Н. Мастяева, Г.И. Горемыкина, О.Н. Семенихина. – Электрон. дан. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2016. – 384 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=521453>.

#### **4.1.4 Методические рекомендации для студентов, в том числе по самостоятельной работе**

Самостоятельная работа студентов позволяет получать более углубленные знания по изучаемой дисциплине. Изучение учебной дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по теме. Для успешного освоения материала необходимо перед выполнением каждого практического занятия изучить соответствующий теоретический материал.

При подготовке к устному опросу студент должен использовать не менее трех источников (учебник и специализированная литература по теме, лекция преподавателя).

Студент должен знать основные критерии оценки его текущей работы по дисциплине:

1. Знание учебного материала в соответствии с учебной программой дисциплины (степень освоения имеющейся литературы по теме, учебному вопросу).

2. Степень проявления творчества и самостоятельности при раскрытии обсуждаемого вопроса (умение выделять главные аспекты проблемы, нестандартно, оригинально мыслить; способность отстаивать свою позицию, опираясь на знание теории вопроса).

3. Доказательность и убедительность ответов на вопросы (положения, приводимые в ответе, должны содержать определенную систему аргументов, раскрывающую позицию студента по данной проблеме, убеждать в правильности этой позиции).

4. Наличие конспекта лекций.

5. Знание рекомендованной литературы.

6. Активность на практических занятиях (умение и стремление задавать вопросы).

Успешное освоение материала студентами обеспечивается регулярным посещением лекций, практических занятий, написанием конспекта по темам

самостоятельной работы. Важным для лучшего усвоения материала является предварительное знакомство с темой будущей лекции и практических занятий по электронным пособиям. Индивидуальная работа студента на практических занятиях будет способствовать приобретению практических навыков и закреплению пройденного материала.

#### **4.1.5 Методические рекомендации для преподавателей**

Конкретные педагогические технологии обучения выбираются исходя из принципов, целей и содержания обучения, педагогических условий, контингента обучающихся, направлений.

Для успешного освоения материала студентами преподаватели могут использовать разнообразные формы проведения лекции: проблемная лекция, лекция-дискуссия, лекция с запланированными ошибками, лекция с использованием современных информационных технологий, лекция-беседа.

При выполнении практических заданий нужно не менее 1 часа из 2-х (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия целесообразно строить следующим образом: вводное слово преподавателя, беглый опрос, решение 1-2 типовых задач у доски, самостоятельное решение задач.

Самостоятельная работа студентов осуществляется под руководством преподавателя по разработанным заданиям и в объеме, соответствующем учебному плану. Деятельность преподавателя по организации самостоятельной работы студентов осуществляется в рамках выполнения следующих видов работ: проверка практических работ, подготовка заданий для текущего контроля; разработка вопросов к промежуточной аттестации.

## **4.2 Информационное обеспечение дисциплины**

### **4.2.1 Основное информационное обеспечение**

1. Вахидова З.Р. Математическое моделирование и оптимизация [Электронный ресурс]: курс дистанц. обучения по направлению

подготовки бакалавров 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / КНИТУ-КАИ, Казань, 2017. – Доступ по логину и паролю. URL: [https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=255000\\_1&course\\_id=13612\\_1&mode=reset](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=255000_1&course_id=13612_1&mode=reset).

2. Электронная библиотека КНИТУ-КАИ (полнотексты изданий университета) <http://e-library.kai.ru>

3. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>

4. Электронная библиотечная система «Знаниум» <http://znanium.com>

5. Электронная библиотечная система «Айбукс» <https://ibooks.ru>

6. Электронное (дистанционное) обучение на базе Discord

<https://discord.gg/sUapyyV>

7. Электронное (дистанционное) обучение на базе Zoom

8. Электронное (дистанционное) обучение на базе MS

9. Электронное (дистанционное) обучение на базе Teams

10. Онлайн-курс «Компьютерное моделирование»

#### **4.2.2 Дополнительное справочное обеспечение**

1. Информационный ресурс Сети КонсультантПлюс (Система КонсультантПлюс) <http://www.consultant.ru/>

2. Российское образование, федеральный портал [www.edu.ru](http://www.edu.ru)

3. Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru/catalog>

### **4.3. Кадровое обеспечение**

#### **4.3.1. Базовое образование**

Высшее образование в предметной области математика и механика, и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области, и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки, и /или наличие заключения экспертной комиссии о



соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

#### **4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей**

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению математика и механика и /или экономика и управление, выполненных в течение трех последних лет.

#### **4.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1года); практический опыт работы в области математика и механика на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года, соответствующее области математики и механики, либо в области педагогики.

#### **4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В табличной форме указывается наименование основных и специализированных учебных лабораторий/аудиторий/кабинетов с перечнем специализированной мебели и технических средств обучения, средств измерительной техники и др., необходимых для освоения заданных компетенций.

Таблица 6

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
---	---	--

работы		
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, ауд. 213 (этаж 2 №78 Лит. А) 422542, Республика Татарстан, г.Зеленодольск ул. Гастелло, д.4</p>	<p>Учебное место для лиц с ОВЗ и инвалидов: стол, стул аудиторные. Мебель аудиторная. Доска аудиторная. Наглядные демонстрационные материалы.</p>	<p>Не требуется</p>
<p>Лаборатория информационных технологий в профессиональной деятельности, ауд. 119 лк (этаж 1 №11 Лит. А1) 422542, Республика Татарстан, г.Зеленодольск ул. Гастелло, д.4</p>	<p>Учебное место для лиц с ОВЗ и инвалидов: стол, стул аудиторные. Рабочее место для лиц с ОВЗ и инвалидов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стол компьютерный; стул аудиторный;</li> <li>- системный блок ПК с периферией Intel Core i3 7100- 1 ед.; монитор Philips 223V5LHSB2 LED HDMI 21.5"- 1 ед.; клавиатура с большими кнопками и логичным зонированием CT INKEY-1 (беспроводная) для лиц с ОВЗ, в том числе с нарушением моторики и слабовидящих; компьютерная гарнитура (наушники, микрофон). Мебель аудиторная. Доска аудиторная. Столы компьютерные. Системный блок ПК с периферией Intel Core i3 7100- 1 ед. Монитор Philips 223V5LHSB2 LED HDMI 21.5"- 1 ед. APM1 (процессор Intel Core i3-4130 3.4GHz 3Mb,монитор BenQ 21.5",клавиатура)- 1 ед. Системный блок ПК с периферией на базе CPU Intel- 2 ед. Монитор Philips 223V5LHSB2 LED HDMI 21.5"- 2 ед. Системный блок ПК с периферией на базе CPU Intel- 4 ед. LCD- монитор 23,6"-4 ед. Системный блок ПК с периферией Intel Core i5 6600- 3 ед. LCD- монитор 23,6"-3 ед. Автоматизированное мультимедийное рабочее место (APM Universai) процессор Intel(R) Pentium(R) CPU G2020 @ 2.90GHz- 1 ед. LCD- монитор 23,6"-1 ед. Экран Cactus 127x127см</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Лицензия №69705300 от 28.04.2018. КОНТРАКТ № 075 ИКЗ 18116540031141655010010117 1005829000 от 11 мая 2018 г. Акт приема- передачи неисключительных прав от 18 мая 2018 г. к контракту №075 WinSvrCAL 2016 RUS OLP NL Acdmc DvcCAL(100 польз.) WinPro 10 RUS, OLP NL Acdmc(100 польз.) OfficeProPlus 2016 RUS OLP NL Acdmc(50 польз.)</li> <li>- Лицензия на право использования программы для ЭВМ Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition 2500 User 1 year Educational Renewal License (1 лицензия на 2500 устройств). Контракт №074 от 17.05.2018 г.</li> <li>- Лицензионный договор № 014 от 15.03.2018. Акт на передачу прав №107 от 15.03.2018</li> <li>1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях (многопользовательская лицензия, лицензия на сервер) рег № 801601452 (50 польз.). Купон на льготное информационно- технологическое сопровождение «1С: Предприятие».</li> </ul>

	<p>Wallscreen CS-PSW-127X127 1:1 настенно-потолочный рулонный- 1 ед. Проекционное оборудование: мультимедийный проектор Hitachi- 1 ед. Графопостроитель ЭМ-7061- 1 ед. Сетевые фильтры. Наглядные демонстрационные материалы. Стенды информационные. Коммутатор сетевой 16-типортовый- 1 ед. Локальная сеть и Интернет. Средства первичного пожаротушения: огнетушитель- 1 шт.</p>	
<p>Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, ауд. 214а (этаж 2 №77 Лит. А) 422542, Республика Татарстан, г.Зеленодольск ул. Гастелло, д.4</p>	<p>Учебное место для лиц с ОВЗ и инвалидов: стол, стул аудиторные. Мебель аудиторная: столы, стулья, шкафы для хранения. Стол компьютерные. Системный блок ПК с периферией Intel Core i3-7100 S1151- 1 ед. LCD- монитор- 1 шт. Принтер HPLJ 1200 + Кабель Bitronics- 1 ед. Локальная сеть и Интернет.</p>	<p>- Лицензия №69705300 от 28.04.2018. КОНТРАКТ № 075 ИКЗ 18116540031141655010010117 1005829000 от 11 мая 2018 г. Акт приема- передачи неисключительных прав от 18 мая 2018 г. к контракту №075 WinSvrCAL 2016 RUS OLP NL Acdmc DvcCAL(100 польз.) WinPro 10 RUS, OLP NL Acdmc(100 польз.) OfficeProPlus 2016 RUS OLP NL Acdmc(50 польз.) - Лицензии: №63922469 от 06.08.2014, №64162760 от 01.10.2014, №63963737 от 18.08.2014, №63967995 от 19.08.2014, № 64163301 от 01.10.2014 Сублицензионный договор № 15931/32/12-14 от 30 июля 2014 г. Сублицензионный договор № 17029/14 от 10 сентября 2014 г. Сублицензионный договор № 16145/14 от 08 августа 2014 г. Софт WinSL 8.1 RUS OLP NL , Acdmc Legalization GetGenuine (48 польз.) Софт WinPro 8.1 RUS Upgrd OLP NL Acdm(48 польз.) - Лицензия №63922473 от 06.08.2014</p>

		<p>Сублицензионный договор № 15932/32/12-14 от 30 июля 2014г.</p> <p>Софт Microsoft Office Standard 2013 Russian, OLP NL AcademicEdition (50 польз.)</p> <p>- Лицензия на право использования программы для ЭВМ Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition 2500 User 1 year Educational Renewal License (1 лицензия на 2500 устройств). Контракт №074 от 17.05.2018 г.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, ауд. 204 лк (этаж 2 №32 Лит. А1) 422542, Республика Татарстан, г.Зеленодольск ул. Гастелло, д.4</p>	<p>Учебное место для лиц с ОВЗ и инвалидов: стол, стул аудиторные.</p> <p>Рабочее место для лиц с ОВЗ и инвалидов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стол компьютерный, стул аудиторный;</li> <li>- системный блок ПК с периферией Intel(R) Pentium(R) Dual CP 3GHz, монитор Acer V193- 1 ед.; компьютерная гарнитура (наушники, микрофон).</li> </ul> <p>Мебель аудиторная. Доска аудиторная.</p> <p>Столы компьютерные.</p> <p>Проектор Epson EH-TW490- 1 ед.</p> <p>Экран проекционный на треноге- 1 ед.</p> <p>Системный блок ПК с периферией Intel(R) Pentium(R) Dual CP 3GHz- 9 ед. Монитор LG, Flatron W1934S- 1 ед. LCD- монитор- 1 ед. Монитор Acer V193- 6 ед. Монитор Samsung, 740N 17 "- 1 ед.</p> <p>Набор наглядных демонстрационных материалов.</p> <p>Коммутатор сетевой D-link, 8-портовый.</p> <p>Локальная сеть и Интернет.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Лицензия № 42256709 от 04.06.2007</li> <li>Windows Server - Device CAL 2003 (50 польз.)</li> <li>Windows Vista Business /Windows XP VLC key (50 польз.)</li> <li>- Лицензия №63922473 от 06.08.2014</li> </ul> <p>Сублицензионный договор № 15932/32/12-14 от 30 июля 2014г.</p> <p>Софт Microsoft Office Standard 2013 Russian, OLP NL AcademicEdition (50 польз.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Лицензия на право использования программы для ЭВМ Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition 2500 User 1 year Educational Renewal License (1 лицензия на 2500 устройств). Контракт №074 от 17.05.2018 г.</li> </ul>
<p>Помещение для самостоятельной работы, ауд. 214 (этаж 2 №76 Лит. А) 422542, Республика Татарстан, г.Зеленодольск ул. Гастелло, д.4</p>	<p>Рабочее место для лиц с ОВЗ и инвалидов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стол аудиторный,</li> <li>- стул аудиторный</li> <li>- системный блок ПК с периферией на базе CPU Intel- 1 ед.</li> <li>- LCD монитор- 1 ед.,</li> <li>- компьютерная гарнитура (науш-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Лицензии: №63922469 от 06.08.2014, №64162760 от 01.10.2014, №63963737 от 18.08.2014, №63967995 от 19.08.2014, № 64163301 от 01.10.2014</li> </ul> <p>Сублицензионный договор № 15931/32/12-14 от 30 июля</p>



	<p>ники, микрофон).  Мебель аудиторная.  Столы компьютерные  Системный блок ПК с периферией на базе CPU Intel Core- 4 ед.  LCD мониторы- 4 шт.  Многофункциональное устройство CANON i-SENSYS MF247dw- 1 ед.  Локальная сеть и Интернет.</p>	<p>2014 г.  Сублицензионный договор № 17029/14 от 10 сентября 2014 г.  Сублицензионный договор № 16145/14 от 08 августа 2014 г.  Софт WinSL 8.1 RUS OLP NL , Acdmc Legalization GetGenuine (48 польз.)  Софт WinPro 8.1 RUS Upgrd OLP NL Acdm(48 польз.)  - Лицензия №63922473 от 06.08.2014  Сублицензионный договор № 15932/32/12-14 от 30 июля 2014г.  Софт Microsoft Office Standard 2013 Russian, OLP NL AcademicEdition (50 польз.)  - Лицензия на право использования программы для ЭВМ Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition 2500 User 1 year Educational Renewal License (1 лицензия на 2500 устройств). Контракт №074 от 17.05.2018 г.  - Лицензия №69705300 от 28.04.2018. КОНТРАКТ № 075 ИКЗ  18116540031141655010010117 1005829000 от 11 мая 2018 г.  Акт приема- передачи неисключительных прав от 18 мая 2018 г. к контракту №075 WinSvrCAL 2016 RUS OLP NL Acdmc DvcCAL(100 польз.)  WinPro 10 RUS, OLP NL Acdmc(100 польз.)  OfficeProPlus 2016 RUS OLP NL Acdmc(50 польз.)  - Лицензия № 42256709 от 04.06.2007  Windows Server - Device CAL 2003 (50 польз.)  Windows Vista Business /Windows XP VLC key (50 польз.)</p>
Помещение для хранения и профилак-	Столы Стулья	Не требуется





<p>тического обслуживания учебного оборудования, ауд. 120 лк (этаж 1 № Лит. А1) 422542, Республика Татарстан, г.Зеленодольск ул. Гастелло, д.4</p>	<p>Принтер HP DesignJet 800 (плоттер)- 1 ед.          Компьютерные комплектующие: модули памяти, видеокарты, материнские платы, блоки питания, куллеры, кабели          Стеллажи для хранения учебного оборудования          Бумага для плоттеров, Starless, 610 мм*50м          Кабель FTP 5е кат. Telecom          Кабель витая пара (медный)          Инструменты для заделки контактов в розетку          Инструменты для обжимки коннекторов Gembrid RJ-45          Коннекторы RJ-45          Батарейки CR2032          Чистящие средства для мониторов          Баллоны со сжатым воздухом, для чистки оргтехники, НАМА          Локальная сеть, проводной и беспроводной выходы в Интернет          Web камера для в/конференций</p>	
--	---	--







## РАЗДЕЛ 5. ВНОСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ

### 5.1. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины

#### Лист регистрации изменений

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. Кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
1	2	3	4	5	6
1.	Тит. лист, лист 2	01.02.2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образо-		





			вательного учреждения высшего образования «Казанский» национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ №1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»		
2.	2.2, стр.12	28.08.2020	Заменить полностью тему 1.1 раздела 1 на темы 1.1-1.3 модуля 1 онлайн-курса «Компьютерное моделирование» и частично темы 4.1-4.3 раздела 4 (14 час) на тему 4.1 модуля 4 онлайн-курса «Компьютерное моделирование» КНИТУ-КАИ, размещенного на открытой образовательной платформе Stepik ( <a href="https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&amp;cid=11093417">https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&amp;cid=11093417</a> )		
3	3.1, стр.15	28.08.2020	<p>Заменить типовые оценочные средства для текущего контроля (Семестр 5, раздел 1) на тестовые задания онлайн-курса «Компьютерное моделирование» КНИТУ-КАИ, размещенного на открытой образовательной платформе Stepik, тестовые задания.</p> <p>Примеры тестовых заданий текущего контроля по модулю 1:</p> <p><b>Вопрос №1 (тип Множественный выбор)</b> Систем какого вида НЕ существует?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Динамических</li> <li>2. Стохастических</li> <li>3. Неопределенных</li> <li><b>4. Эмпирических</b></li> <li>5. Дискретных</li> <li>6. Детерминированных</li> </ol> <p><b>Вопрос №2 (тип Множественный выбор)</b> Неопределенные системы подразделяются на:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Системы с неизученными взаимосвязями</b></li> <li><b>2. Природные</b></li> <li>3. Статические</li> <li>4. Динамические</li> <li>5. Детерминированные</li> <li>6. Неопределенные</li> <li><b>7. Игровые</b></li> <li>8. Случайные</li> <li>9. Недетерминированные</li> <li>10. Непрерывные</li> </ol> <p><b>Вопрос №3 (тип Пропуски)</b> Детерминированные системы можно разделить на <u>статические</u> и <u>динамические</u>.</p> <p><b>Вопрос №4 (тип Пропуски)</b> Стохастические динамические системы можно разделить на <u>непрерывные</u> и <u>дискретные</u>.</p> <p>Частично заменить типовые оценочные средства для текущего контроля (Семестр 5, раздел 4) на тестовые задания онлайн-курса «Компьютерное моделирование» КНИТУ-КАИ.</p> <p>Примеры тестовых заданий текущего кон-</p>		

			<p>троля по модулю 4:</p> <p><b>Вопрос №1 (тип Множественный выбор)</b> Отметьте правильный ответ. Парная игра – это игра</p> <p>А. с двумя участниками Б. с двумя постоянными коалициями В. оба ответа: А. и Б.</p> <p><b>Вопрос №2 (тип Множественный выбор)</b> Отметьте все правильные ответы. Правила игры регламентируют:</p> <p>А. возможные варианты действий игроков Б. объем информации каждой стороны о поведении другой В. исход игры, к которому приводит каждая совокупность ходов Г. платежную матрицу Д. стратегии игроков, приводящие к тому или иному исходу</p> <p><b>Вопрос №4 (тип Множественный выбор)</b> Отметьте правильный ответ. Игра называется конечной, если</p> <p>А. у каждого игрока имеется только конечное число стратегий Б. хотя бы у одного игрока имеется только конечное число стратегий В. у каждого игрока имеется только конечное число ходов</p>		
4.	3.2, стр.16	28.08.2020	Дополнить пункт 3.2 тестовыми заданиями модулей 1 и 4 онлайн-курса «Компьютерное моделирование»		
1.	4.1, стр.21	28.08.2020	<p>Дополнить списки основной и дополнительной литературы следующими учебными изданиями:</p> <p><b>4.1.1 Основная литература:</b> 3. Строгалева, Валерий Петрович Имитационное моделирование: учеб.пособие / В. П. Строгалева, И. О. Толкачева. - 4-е изд. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018.- 295 с. - ISBN 978-5-7038-4825-8 : 386.</p> <p><b>4.1.2 Дополнительная литература:</b> 4. Дворецкий С. И. Моделирование систем: учеб-ник для студ. вузов / С. И. Дворецкий [и др.]. - М.: Академия, 2009. - 320 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-4737-9: 342.</p>		
2.	4.2, стр. 23	28.08.2020	<p>Дополнить</p> <p><b>4.2.3 Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:</b> - С.В. Новикова, Н.Л. Валитова, Э.Ш. Кремлева Массовый открытый онлайн-курс (МООК) "Компьютерное моделирование". Ссылка на курс: <a href="https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&amp;cid=11093417">https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&amp;cid=11093417</a></p>		



## 5.2. Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» зав. кафедрой реализующей дисциплину	«Согласовано» Председатель УМК ЗИМИТ КНИТУ-КАИ
2017/2018		
2018/2019		
2019/2020		
2020/2021	