

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



Исполнитель: _____

Проректор института

С.И. Лукьянов

_____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность программы
Программное обеспечение средств вычислительной техники и
автоматизированных систем

Уровень высшего образования – бакалавриат
Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Факультет (институт)	энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	вычислительной техники и программирования
Курс	
Семестр	

3
5

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом МО и Н РФ от 12.01.2016 г. № 5.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры вычислительной техники и программирования «26» сентября 2017 г., протокол № 2.

Заведующий кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «27» сентября 2017 г., протокол № 2.

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена: д-ром техн. наук, профессором

 И.М. Ячиковым


Рецензент:

начальник отдела инновационных разработок ЗАО «КонсОМ-СКС», канд. техн. наук

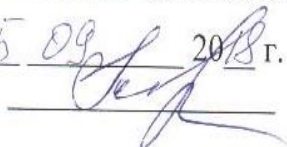
 А.Н. Панов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2017-2018 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от 26 09 2017 г. № 2
Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2018 - 2019 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от 5 09 2018 г. № 1
Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2019 - 2020 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от 19 02 2020 г. № 5
Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от 19 02 2020 г. № 5
Зав. кафедрой  О.С. Логунова

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование» является изучение принципов построения моделей по формализации и алгоритмизации процессов обработки информации, а также физических, экономических и других процессов.

Для достижения поставленной цели в курсе «Математическое моделирование» решаются задачи:

- изучение теории математического моделирования, видов математических моделей, математических методов моделирования; планирование имитационных экспериментов с моделями;
- изучение методов построения моделей и проверки их адекватности;
- реализацию алгоритмов по построению статистических моделей на основании экспериментальных данных;
- применение моделей и методов для анализа, расчетов, оптимизации детерминированных и случайных явлений и процессов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.Б.14 «Математическое моделирование» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Изучение дисциплины базируется на следующих курсах: теория и практика обработки информации, математика, теория алгоритмов, программирование, численные методы, физика. Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплин нейрокомпьютерные системы и научно-исследовательской работы студентов.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-3 Обладает способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	
Знать	теорию численного эксперимента и компьютерного моделирования, его особенности
Уметь	применить знания к простейшим задачам, распознавать эффективное решение от неэффективного. Проверка адекватности созданной модели.
Владеть	способностью проведения численного эксперимента и анализа на его основе, оценивать значимость и практическую пригодность полученных результатов.
ДПК-1 Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	
Знать	основные определения и понятия методов математического анализа и компьютерного моделирования.
Уметь	применять основные законы естественнонаучных дисциплин, использовать методы математического анализа и моделирования в теоретическом и экспериментальном исследовании.
Владеть	способами умениями применять современное программное обеспечение для задач моделирования в профессиональной деятельности.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 57,2 акад. часов:
 - аудиторная – 54 акад. часов;
 - внеаудиторная – 3,2 акад. часов
- самостоятельная работа – 51,1 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часов.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Раздел 1. Теория моделей и моделирования, особенности математических и информационных моделей	5							
1.1 Развитие понятия модели. Способы воплощения моделей.		2			4	1. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы. 3. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос	ПК-3-зув, ДПК-1 -зув
1.2 Соответствие между моделью и оригиналом, сходство и различие. Понятие адекватности модели.		2			4	1. Работа с электронными библиотеками. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	ПК-3-зув, ДПК-1-зув
1.3 Особенности математических и информационных моделей. Их возможности и ограничения.		2			5,1	1. Работа с электронными библиотеками. 2. Самостоятельное изуче-	Устный опрос	ПК-3-зув, ДПК-1-зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						ние учебной литературы.		
1.4 Этапы математического моделирования. Операции над математическими моделями.		2	-		4	1. Работа с электронными библиотеками. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	ПК-3-зув, ДПК-1-зув
Итого по разделу		8			17,1			
Раздел 2. Математические модели для описания технологических, экономических и биологических процессов. Информационные модели.	5							
2.1 Анализ моделируемой системы. Информационные модели для описания экономических процессов.		2	8		5	1. Подготовка к выполнению л.р.№1. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы	Коллоквиум по л.р.№1	ПК-3-зув, ДПК-1-зув
2.2 Примеры моделей для описания технологических процессов. Оценка пригодности созданной модели, ее адаптация и оценка устойчивости.		2	8		6	1. Подготовка к выполнению л.р.№2. 2. Поиск дополнительной информации по заданной теме. 3. Самостоятельное изучение учебной литературы.	Коллоквиум по л.р.№2.	ПК-3-зув, ДПК-1-зув
2.3 Примеры моделей для описания биологических процессов. Оценка пригодности созданной модели, ее адаптация и оценка устойчивости.		2	8		6	1. Подготовка к выполнению л.р.№3. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы.	Коллоквиум по л.р.№3	ПК-3-зув, ДПК-1-зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Итого по разделу		6	24		17			
Раздел 3. Составление логистических, стохастических и имитационных моделей и компьютерное моделирование	5							
3.1 Построение, особенности применения и составления логистических, моделей.		2	6		9	1. Подготовка к выполнению л.р.№4. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы.	Коллоквиум по л.р.№4.	ПК-3-зув, ДПК-1-зув
3.2 Примеры логистических, стохастических и имитационных моделей.		2	6		8	1. Подготовка к выполнению л.р.№5. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы.	Коллоквиум по л.р.№5.	ПК-3-зув, ДПК-1-зув
Итого по разделу		3	12		17			
Итого за семестр		18	36		51,1		Экзамен	
Итого по дисциплине		18	36		51,1			

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. **Традиционные образовательные технологии**, ориентированные на организацию образовательного процесса и предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. **Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. **Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-пресс-конференция.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение вопросов, проблемы, выявление мнений в группе по теме научного исследования студентов.

4. **Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении программных сред и технических средств работы с информацией по теме научно-исследовательской работы студентов.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией и видеоматериалами по курсам «Математическое моделирование» и «Компьютерное моделирование».

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

По дисциплине «Математическое моделирование» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение задач при выполнении коллоквиума по теме лабораторной работы.

Примерные аудиторные коллоквиумы

Коллоквиум № 1. Анализ моделируемой системы. Информационные модели для описания экономических процессов.

1. Методы построения модели многоотраслевой экономики Леонтьева.

2. Описание модели взаимодействия в системе ресурс-потребитель.

3. Модель старения производственных мощностей.

4. Эколого-экономическая модель с учетом демографических процессов.

5. Принципы, лежащие в основе модели взаимодействия Ланчестера.

Коллоквиум № 2. Примеры моделей для описания технологических процессов. Численный эксперимент.

1. Определите, с каким углом сектор требуется вырезать из круглого листа жести для получения пожарного ведра конической формы с максимальным объемом.

2. Численные методы для аппроксимации, интерполяции и экстраполяции функций.

3. Численное интегрирование.

4. Численные методы решения ОДУ: схема Эйлера.

5. Численные методы систем решения ОДУ: схема Рунге-Кутты.

Коллоквиум № 3. Примеры моделей для описания биологических процессов. Оценка пригодности созданной модели, ее адаптация и оценка устойчивости.

1. Создайте интерактивную динамическую модель межвидовой конкуренции двух видов бактерий.

2. Создайте интерактивную динамическую модель биологической системы «хищник-жертва».

3. Построение моделей демографического процесса.

4. Модель глобальной климатической изменчивости.

5. Решение задачи о конкуренции видов с применением программной среды MATLAB

Коллоквиум № 4. Построение, особенности применения и составления логистических моделей.

1. Применение линейного программирования в математических моделях оптимального планирования. Симплексный метод.

2. . Экономико-математические модели, сводимые к транспортной задаче.

3. Динамическое программирование и его применение.

4. Моделирование процессов массового обслуживания в экономических системах.

5. Элементы теории массового обслуживания. Основные понятия. Классификация систем массового обслуживания. Понятие Марковского случайного процесса.

Коллоквиум № 5. Стохастические и имитационные модели.

1. Определение площади фигуры методом Монте-Карло

2. Напишите программу, генерирующую случайное число по закону нормального распределения плотности вероятности.
3. Методом Монте-Карло определите площадь, заключенную между графиком функции и окружностью с центром в точке (3; 3) и радиусом $R=3$.
4. Имитационное решение задач минимизации затрат.
5. Имитационное моделирование производственных процессов

7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3 способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности		
Знать	теорию численного эксперимента и компьютерного моделирования, его особенности	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите требования к процессу моделирования для исследователя и классификация моделей. 2. Чем аналоговая модель отличается от математической модели? Проиллюстрировать свои доводы примерами. 3. Чем аналоговая модель отличается от физической модели? Проиллюстрировать свои доводы примерами. 4. Назовите известные примеры моделирования с целью исследования. Как в этих условиях обеспечивается экономичность и традуктивность? 5. Можно ли рассматривать студенческую лабораторную работу как модель? Если нет, то почему? Если да, что является оригиналом? Какие результаты, полученные на модели можно распространить на оригинал, а какие нет? 6. В большинстве технологических расчетов свойств газов мы исходим из модели идеального газа, зная, что реальные газы можно описать более совершенными моделями, например модель реального газа Ван - дер – Ваальса. Объясните почему, и в каких случаях этого делать будет нельзя? 7. Почему некоторых людей мы называем прагматиками? Рассмотреть поведение этих людей с точки зрения теории моделирования. 8. Какая из математических моделей материального объекта будет содержать больше параметров: грубая модель очень сложного объекта или очень точная модель сравнительно простого объекта и почему? 9. Обычные астрономические явления могут быть предсказаны заранее (за много лет до их наступления), а точное предсказание погоды на

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>завтра, затруднительно и во многих случаях является очень грубым, почему?</p> <p>10. Приведите свои примеры детерминированных, стохастических и смешанных математических моделей из того, что вы узнали в Вузе.</p> <p>11. Специфические особенности математических моделей. Понятие математического алгоритма.</p> <p>12. Этапы математического моделирования. Рассмотреть пример с реализацией основных этапов.</p> <p>13. Основные операции над математическими моделями.</p> <p>14. Почему модель называют системным отображением оригинала?</p> <p>15. В чем проявляются трудности моделирования сложных систем? Временная асимметрия.</p>
Уметь	применить знания к простейшим задачам, распознавать эффективное решение от неэффективного. Проверка адекватности созданной модели.	<p>Примерные практические задания</p> <p>1. Какому методу математического программирования соответствует постановка задачи: Найти $F(x) = \max (cTx)$ при условии $AX \leq B; X \geq 0, X=(x_1, \dots, x_n) \in D$, где D - некоторое множество $R(n)$, которое является конечным или счетным</p> <p>a. Линейное программирование b. Нелинейное программирование c. Квадратичное программирование d. Дискретное программирование e. Динамическое программирование</p> <p>2. Система характеризуется наличием</p> <p>a. Компонентов и связей между ними b. Компонентов, связей между ними и цели функционирования c. Компонентов, параметров компонентов, связей, структуры, цели функционирования, законов, правил и операций функционирования</p>
Владеть	способностью проведения численного эксперимента	<p>Задания на решения задач из области моделирования.</p> <p>Провести численный эксперимент, анализ и на его основе, оценить значимость и практи-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	и анализа на его основе, оценивать значимость и практическую пригодность полученных результатов.	<p>ческую пригодность полученных результатов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Количество света, поглощаемого при прохождении через слой воды, пропорционально толщине слоя и количеству света, падающего на поверхность слоя. При прохождении через слой толщиной 3 м поглощается половина первоначального количества света. Какая часть первоначального количества света дойдет до заданной глубины $z=30$ м? Построить график зависимости световой интенсивности от z. 2. Самолет движется по прямой с постоянной скоростью v_1. Его преследует другой самолет с постоянной скоростью v_2, в начальный момент находящийся на расстоянии a от первого по перпендикуляру к его вектора скорости. Преследующий самолет постоянно держит курс на преследуемого. Найти уравнение линии движения преследующего самолета.
ДПК-1 используя основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.		
Знать	основные определения и понятия методов математического анализа и компьютерного моделирования.	<p>Решение задач управления с применением моделей и методов принятия решений при нечеткой информации. Нечеткое моделирование в программной среде MATLAB (Fuzzy Logic Toolbox). Решение задач оптимизации при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив.</p> <p>Перечень теоретических вопросов к экзамену: Почему отличается модель и действительность. В чем основные различия? Конечность, упрощенность, приближенность моделей. Компьютерные модели. Адекватность, истинность и ложность моделей. Основные сходства между моделью и действительностью. Примеры условно истинных моделей. Динамика моделей. Их рождение, развитие и смерть. Пояснить от чего это зависит. Обсудить различия в модели, связанной с лошастью с позиции крестьянина, жокея, кавалериста, скульптора, коневода, повара. Задача обсуждения – иллюстрация целевого характера моделей. Рассмотрите ваше любимое стихотворение или песню как модель действительности. Что в</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>этой модели истинно, а что ложно? Обсудить реальные и абстрактные аспекты дорожных знаков и карты местности, т.е. моделей условного подобия. Если условное подобие моделей определяется соглашением, то чем ограничена свобода выбора моделей условного подобия? Экстрасенс, делая пассы руками, снимает боль у пациента и объясняя это взаимодействием своего и пациента биополя. Обсудите соотношение адекватности, ложности и истинности модели, предложенной экстрасенсом. Алхимики утверждали, что первооснова всех вещей в природе – вода, огонь и золото. В своих трудах они при этом сделали немало открытий, например, выделили ртуть и научились получать ряд других полезных веществ, которыми люди пользуются до сих пор. Почему при ложности предпосылок им удалось получить полезные открытия? Французский естествоиспытатель С.Карно рассматривал процессы, происходящие в машине, как сжатие, расширение и течение «тепловой жидкости». Тепловые процессы он связывал с гидромеханическими течениями с участием теплорода. Почему он смог создать гениальную теорию тепловых процессов, которая лежит в основе современной термодинамики?</p>
Уметь	<p>применять основные законы естественнонаучных дисциплин, использовать методы математического анализа и моделирования в теоретическом и экспериментальном исследовании.</p>	<p>Примерные практические задания 1. Какую модель можно использовать для решения задачи в следующей постановке: найти значения переменных x_1, \dots, x_n, доставляющие оптимум заданной линейной формы при выполнении системы ограничений, представляющих также линейные формы а. Симплекс-метод б. Метод ветвей и границ с. Метод множителей Лагранжа 2. Какое из следующих утверждений о формулировке двойственных задач является неверным? а. Если прямая задача является задачей максимизации, то двойственная задача будет задачей минимизации и наоборот; б. Знаки неравенств в ограничениях двойственной задачи изменяются на обратные;</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>c. Двойственная задача к двойственной является прямой; d. Если прямая задача имеет решение, то двойственная задача может и не иметь решения.</p>
Владеть	<p>способами умениями применять современное программное обеспечение для задач моделирования в профессиональной деятельности.</p>	<p>Задания на решения задач из области моделирования. Используя пакет Matlab для решения биологических, макроэкономических и микроэкономических задач.</p> <p>Построить систему дифференциальных уравнений описывающих изменение численности популяций волков, лис и зайцев, испытывающих внутривидовую и межвидовую борьбу за ресурсы. Найти численную зависимость изменения количества волков, количества лис и количества зайцев со временем, решив полученную систему методом Рунге – Кутты 4 порядка. Построить график зависимости количества волков, количества лис и количества зайцев от времени и график фазовой траектории данной динамической системы (в пространстве). При выводе уравнений математической модели учесть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. При отсутствии внутривидовой и межвидовой конкуренции численность изолированной популяции зайцев возрастает, а изолированных популяций волков и лис убывает. Скорость изменения пропорциональна численности популяции в текущий момент времени (коэффициенты пропорциональности для зайцев, волков и лис принять равными 0,3 , 0,04 и 0,01 соответственно); 2. При взаимодействии зайцев с волками численность зайцев убывает, а численность волков возрастает со скоростью пропорциональной количеству встреч зайцев с волками (принять за произведение численностей зайцев и волков в текущий момент времени, коэффициенты пропорциональности для зайцев и волков принять равными 0,04);

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «**Математическое моделирование**» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) Основная литература:

1. **Моделирование систем:** Подходы и методы: учебное пособие / В.Н. Волкова, Г.В. Горелова, В.Н. Козлов и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. - СПб: Издательство Политехнического университета, 2013. - 568 с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://basegroup.ru/system/files/book/fragment.pdf>

б) Дополнительная литература:

1. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование : курс / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2010. - 455 с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://avidreaders.ru/download/kompyuternoe-modelirovanie-si.html?f=pdf>

в) Методические указания:

1. Ячиков И.М. Компьютерное моделирование: методические указания для самостоятельной работы студентов специальности 230105, направления 230100 всех форм обучения. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. госуд. техн. ун-та, 2012. - 20 с.

2. Ячиков И.М., Ильина Е.А. Компьютерное моделирование : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Компьютерное моделирование» для студентов направления 230100.62 «Информатика и вычислительная техника». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2014. 16 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение: лицензионное программное обеспечение: операционная система; офисные программы; математический пакет, статистические пакеты, установленные на каждом персональном компьютере вычислительного центра ФГБОУ ВПО «МГТУ».

Перечень лицензионного программного обеспечения по ссылке:

<http://sps.vuz.mgtu.ru/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2FShared%20Documents%2F%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0%20%D0%BA%20%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%202020%2F%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202019%D0%B3%2F%D0%9B%D0%B8%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5%20%D0%9F%D0%9E&InitialTabId=Ribbon.Document&VisibilityContext=WSSTabPersistence>

ОФИЦИАЛЬНЫЕ САЙТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ:

[HTTP://WWW.MMK.RU](http://www.mmk.ru), [HTTP://WWW.CREDITURAL.RU](http://www.creditural.ru), [HTTP://WWW.MAGTU.RU](http://www.mgtu.ru),

[HTTP://WWW.GKS.RU](http://www.gks.ru) и т.п.; РАЗРАБОТЧИКОВ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ:

[HTTP://WWW.STATSOFT.RU](http://www.statsoft.ru), [HTTP://WWW.MICROSOFT.COM](http://www.microsoft.com), [HTTP://WWW.PTC.COM](http://www.ptc.com) и т.п; САЙТЫ

ЛАБОРАТОРИЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ [HTTP://GRAPHICS.CS.MSU.RU](http://graphics.cs.msu.ru),

[HTTP://CGM.GRAPHICON.RU](http://cgm.graphicon.ru).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Все классы УИТ и АСУ с персональными компьютерами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ауд. 282 и классы УИТ и АСУ
Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Классы УИТ и АСУ
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Центр информационных технологий – ауд. 379