



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.04.07 Моделирование физических процессов**

**Направление подготовки:** 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

**Направленность (профиль):** Информатика и вычислительная техника

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Институт:** математики, естествознания и техники

**Кафедра:** математического моделирования и компьютерных технологий

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2		
Семестр/триместр	3		

Лекции	18		
Лабораторные занятия	18		
Практические (семинарские) занятия	18		
Консультации	-		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет - 0,2		
Контроль	-		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	53,8		

**Всего часов:** 108

**Трудоемкость:** 3 зачетных единицы.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент О.Б. Гладких

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### Цель изучения дисциплины:

- знакомство студентов с принципами и методами математического моделирования в естественных науках;
- формирование знаний, умений и навыков использования средств информационных технологий в области математического моделирования и применению данных знаний в дальнейшей профессиональной деятельности;
- приобретение теоретических и практических знаний, позволяющих использовать компьютерные технологии в сфере моделирования физических процессов.

### Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных понятий и терминологии математического моделирования;
- использование методов моделирования для построения математических моделей процессов физической природы;
- освоение основ компьютерного моделирования, используемых при решении практических задач.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках обязательной части блока Б1. Дисциплины (модули).

### Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2	Знать: - современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	Знает: – принципиальные подходы к математическому моделированию процессов и систем; – основные этапы математического моделирования; – классификацию математических моделей; – основные методы численного моделирования в технической физике.
	Уметь: - осуществлять выбор современных информационных технологий и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	Умеет: – применять компьютерные технологии при математическом моделировании учебных задач; – использовать полученные знания на практике.
	Владеть: навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	Владеет: – навыками работы в программных комплексах, предназначенных для решения изучаемых задач технической физики; – методами разработки математических моделей.

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	<b>Раздел 1. «Моделирование как метод познания»</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
1.	<b>Тема 1.1.</b> «Цели и задачи модели- рования. Понятие «мо- дель». Натурные и аб- страктные модели. Моде- лирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Компью- терная модель»	16	2	2	2	10
	<b>Раздел 2. «Обзор математических моделей»</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
2.	<b>Тема 2.1.</b> «Различные подходы к классификации матема- тических моделей физи- ческих процессов. Харак- теристики моделируемого явления. Уравнения ма- тематической модели. Внешние и внутренние характеристики матема- тической модели. Замкну- тые математические мо- дели»	22	4	4	4	10
	<b>Раздел 3. «Примеры математиче- ских моделей в физике»</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
3.	<b>Тема 3.1.</b> «Дескриптивные (описа- тельные), оптимизацион- ные, многокритериальные игровые, имитационные модели. Геометрическое моделирование и компь- ютерная графика. Модели с сосредоточенными и распределенными пара- метрами. Системный	22	4	4	4	10

	подход в научных исследованиях»					
	<b>Раздел 4.</b> <b>«Технология математического моделирования и ее этапы»</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
4.	<b>Тема 4.1.</b> «Составление модели. Проверка замкнутости модели. Идентификация модели. Системы измерения и наблюдаемость модели относительно системы измерения. Разработка процедуры вычисления внутренних характеристик модели. Численный эксперимент. Его взаимосвязи с натурным экспериментом и теорией. Достоверность численной модели. Анализ и интерпретация модели»	22	4	4	4	10
	<b>Раздел 5.</b> <b>«Моделирование некоторых классов систем управления»</b>	<b>25,8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>13,8</b>
5.	<b>Тема 5.1.</b> «Принципы, используемые для построения математических моделей физических процессов. Качественная теория динамических систем на примере движения механического маятника. Универсальность математических моделей»	25,8	4	4	4	13,8
10	<i>Зачёт</i>	0,2				
11	<i>Итого за 3 семестр</i>	108	18	18	18	53,8
	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>53,8</b>

**Очно-заочная форма обучения (не реализуется)**

**Заочная форма обучения (не реализуется)**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И**

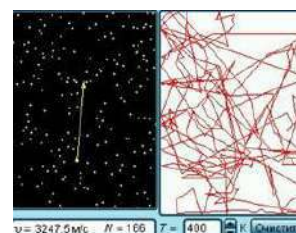
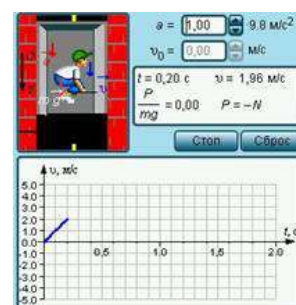
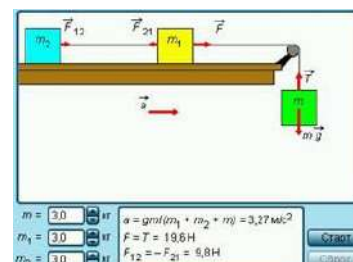
# ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме теста, реферата.

## Типовой вариант тестов

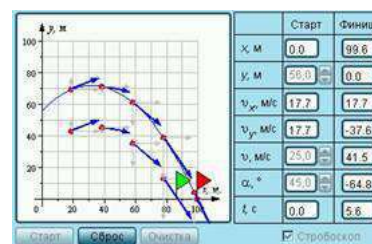
### ТЕСТ № 1

- Под моделью в физических исследованиях понимают:
  - прибор, с помощью которого производят измерения;
  - систему уравнений, дающую полное описание закономерностей некоторого класса явлений или объектов;
  - объект, подобный другому объекту, свойства которого требуется исследовать экспериментально;
  - объект, свойства которого требуется исследовать экспериментально;
- Под моделированием в физических исследованиях понимают:
  - изготовление (создание) модели;
  - экспериментальное исследование свойств интересующего объекта;
  - экспериментальное исследование свойств объекта с использованием другого подобного объекта;
  - всякую осознанную деятельность человека (деятельность по плану).
- Компьютерные модели на уроках физики можно использовать для:
  - демонстрации фундаментальных законов природы;
  - привлечения внимания школьников к использованию ЦОР;
  - развития навыков экспериментальных исследований;
  - наглядной иллюстрации ранее изученных закономерностей.
- Модель «Движение связанных брусков» курса «Открытая физика» позволяет:
  - проиллюстрировать связь между силами взаимодействия тел в соответствии с 3 законом Ньютона;
  - проверить справедливость 3 закона Ньютона;
  - проверить справедливость 2 закона Ньютона;
  - проиллюстрировать влияние трения на движение системы брусков.
- Модель «Человек в лифте» курса «Открытая физика» демонстрирует:
  - правила поведения человека в лифте;
  - ощущения, которые испытывает человек в лифте;
  - справедливость закона всемирного тяготения;
  - допустимые скорости движения лифта.
- Модель «Кинетическая модель идеального газа» курса «Открытая физика» демонстрирует:
  - траектории движения молекул газа в реальном времени;
  - характер столкновений между молекулами;
  - частица, под влиянием случайных столкновений, может попасть в любую точку сосуда;
  - зависимость длины свободного полета молекулы от температуры.



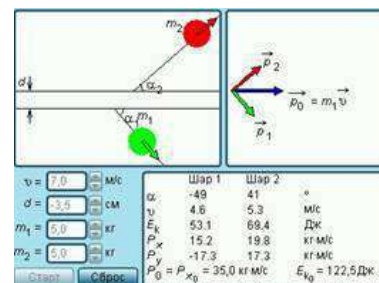
7. Модель «Движение тела, брошенного под углом к горизонту» курса «Открытая физика» позволяет экспериментально:

- А. проверить 2 закон Ньютона;
- Б. установить зависимость дальности полета от угла бросания;
- В. измерить ускорение свободного падения;
- Г. установить зависимость дальности полета от высоты, с которой бросается тело.



8. Модель «Столкновения упругих шаров» курса «Открытая физика» позволяет экспериментально:

- А. проверить закон сохранения импульса;
- Б. определить зависимость углов отклонения шаров от прицельного расстояния;
- В. определить зависимость углов отклонения шаров от массы шаров;
- Г. проверить закон сохранения энергии при упругом столкновении.



9. Использование компьютерных экспериментальных моделей в школьном курсе физики позволяет:

- А. избежать использования громоздкого оборудования для установления физических законов;
- Б. провести простую проверку фундаментальных физических законов;
- В. на базе основных законов исследовать поведение конкретных объектов;
- Г. сделать наглядным изложение любого нового материала.

10. При построении экспериментальной модели нужно использовать:

- А. единицы измерения международной системы СИ;
- Б. единицы системы СГС;
- В. произвольную систему единиц;
- Г. относительные единицы измерения.

11. Результаты экспериментов на компьютерной модели:

- А. не содержат погрешностей вычислений;
- Б. в связи с большой разрядной сеткой компьютеров, содержат малые погрешности вычислений, которые никогда не проявляются;
- В. всегда содержат погрешности, за которыми требуется следить;
- Г. всегда содержат погрешности, бороться с ними бесполезно.

12. Эволюционные компьютерные модели можно строить только для систем, частицы которых двигаются:

- А. равномерно;
- Б. равноускоренно;
- В. с произвольным законом взаимодействия;
- Г. с законом взаимодействия без особенностей.

13. В компьютерных моделях по рассеиванию частиц важным является вычисление угла рассеивания. Это угол удобнее всего вычислять :

- А. когда частица улетит на бесконечность;
- Б. когда частица пролетит 10 прицельных расстояний;
- В. когда движение частицы становится прямолинейным (в пределах погрешности счета);
- Г. когда движение частицы становится равномерным (в пределах погрешности счета).

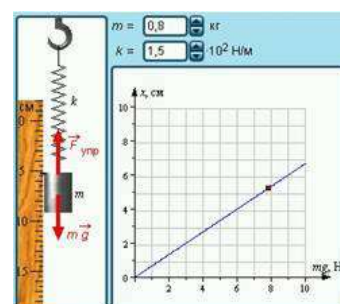
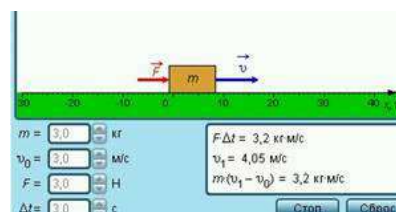
14. При численном анализе систем с периодическим или квазипериодическим движением строят фазовую траекторию системы, то есть линию, связывающую в процессе движения:

- А. координату точки со временем;
- Б. скорость точки со временем;

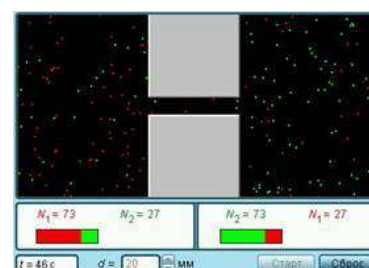
- В. ускорение точки со временем;  
 Г. скорость точки с координатой.
15. При моделировании молекулярного движения самым корректным датчиком случайных чисел является датчик:  
 А. с равномерным непрерывным распределением;  
 Б. с равномерным распределением в заданном диапазоне целых чисел;  
 В. с нормальным законом распределения;  
 Г. с экспоненциальным законом распределения.

### ТЕСТ № 2

1. Компьютерные физические модели предназначены для:  
 А. исследования свойств объекта, представленного моделью;  
 Б. демонстрации справедливости законов, которые положены в основу модели;  
 В. иллюстрации физических законов, которые действуют в реальных объектах;  
 Г. более простого установления фундаментального закона;
2. Методом компьютерного моделирования можно:  
 А. открыть новый закон природы;  
 Б. определить поведение объекта на большом интервале времени, если известно его поведение на малых интервалах;  
 В. получить сведения о возможном внутреннем устройстве объекта;  
 Г. получить сведения о физических характеристиках объекта.
3. Компьютерные модели по физике в школе можно использовать для:  
 А. демонстрации фундаментальных законов природы;  
 Б. тренировок по формированию устойчивых взглядов на некоторые физические закономерности;  
 В. развития компьютерной грамотности;  
 Г. наглядной иллюстрации ранее изученных закономерностей.
4. Модель «Импульс тела» курса «Открытая физика» позволяет:  
 А. проверить справедливость 2 закона Ньютона;  
 Б. проверить справедливость 3 закона Ньютона;  
 В. проиллюстрировать влияние трения на движение бруска;  
 Г. проиллюстрировать связь между импульсом тела и импульсом силы.
5. Модель «Закон Гука» курса «Открытая физика» позволяет:  
 А. установить закон Гука;  
 Б. установить обратную зависимость между жесткостью пружины и величиной деформации;  
 В. показать, что величина деформации всегда пропорциональна массе грузика;  
 Г. проиллюстрировать закон Гука.



6. Модель «Диффузия газов» курса «Открытая физика» демонстрирует:  
 А. траектории движения молекул двух разных газов в реальном времени;  
 Б. зависимость времени выравнивания концентраций газов от ширины канала, через который происходит диффузия;  
 В. что частица, под влиянием случайных столкновений, может попасть в любую точку сосуда;

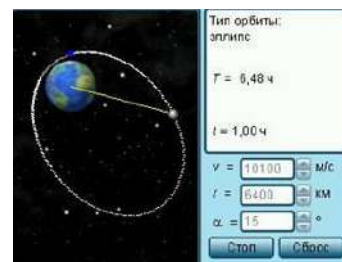




Г. независимость длины свободного полета молекулы от типа молекулы.

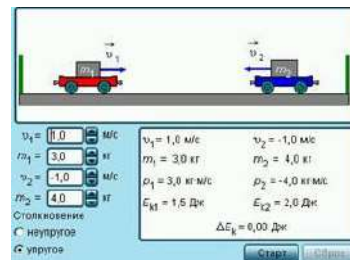
7. Модель «Движение спутников» курса «Открытая физика» позволяет экспериментально:

- А. проверить закон всемирного тяготения Ньютона;
- Б. установить вид траектории спутника от величины начальной скорости;
- В. проверить второй закон Кеплера;
- Г. проверить третий закон Кеплера.



8. Модель «Упругие и неупругие соударения» курса «Открытая физика» позволяет экспериментально:

- А. проверить закон сохранения импульса;
- Б. проверить закон сохранения энергии;
- В. определить как изменяется импульс тележек при их столкновении в зависимости от их массы;
- Г. определить долю энергии, которая переходит в тепло при неупругом столкновении.



9. Использование компьютерных экспериментальных моделей в школьном курсе физики позволяет:

- А. избежать использования громоздкого оборудования для установления физических законов;
- Б. провести простую проверку фундаментальных физических законов;
- В. сформировать навыки наглядного представления результатов численного эксперимента;
- Г. сделать наглядным изложение любого нового материала.

10. При построении компьютерной модели нужно:

- А. соблюсти только геометрическое подобие объекта и модели;
- Б. потребовать подобие модели и объекта по всем критериям;
- В. потребовать подобие модели и объекта по существенным критериям подобия;
- Г. непротиворечиво сформулировать задачу в тех единицах измерения, в которых обычно описывается объект.

11. Результаты численных экспериментов на компьютерной модели полезно представлять в виде:

- А. динамических графиков;
- Б. таблиц полных числовых данных;
- В. звуковых текстов;
- Г. динамических графиков в сочетании с небольшим числом итоговых числовых данных.

12. В задаче о движении спутников планет важно определить тип траектории движения спутника. Тип траектории определяется в численном эксперименте:

- А. по величине эксцентриситета траектории;
- Б. по величине начальной скорости;
- В. по величине кривизны траектории в какой-либо точке;
- Г. из условия замыкания траектории, на глаз.

13. В компьютерных моделях по рассеиванию частиц важным является вычисление угла рассеивания. Это угол удобнее всего вычислять :

- А. когда частица улетит на бесконечность;
- Б. когда движение частицы становится равномерным (в пределах погрешности счета);
- В. когда движение частицы становится прямолинейным (в пределах погрешности счета);



- Г. когда частица пролетит 10 прицельных расстояний;
14. При численном анализе систем с периодическим или квазипериодическим движением строят фазовую траекторию системы, то есть линию, связывающую в процессе движения:
- А. координату точки со временем;
  - Б. скорость точки со временем;
  - В. ускорение точки со временем;
  - Г. скорость точки с координатой.
15. При моделировании молекулярного движения самым корректным датчиком случайных чисел является датчик:
- А. с нормальным законом распределения;
  - Б. с равномерным распределением в заданном диапазоне целых чисел;
  - В. с равномерным непрерывным распределением;
  - Г. с экспоненциальным законом распределения.

### **Примерная тематика рефератов**

1. Основные понятия теории приближенных вычислений.
2. Методы приближенного решения вычислительных задач.
3. Метод Гаусса. Обращение матрицы по методу Гаусса.
4. Метод прогонки.
5. Итерационные методы решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона.
6. Метод простой итерации и сжимающих отображений.
7. Интерполяция и аппроксимация полиномами. Достоинства и недостатки.
8. Постановки простейших задач интерполирования.
9. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
10. Интерполяционный полином Ньютона для неравных промежутков.
11. Конечные разности и интерполяционные полиномы Ньютона для равноотстоящих узлов.
12. Элементы численного интегрирования. Постановка задач.
13. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса и их частные случаи.
14. Квадратурная формула трапеции. Геометрический смысл трапеции.
15. Квадратурная формула Симпсона.
16. Элементы численного решения дифференциальных уравнений. Постановка задачи.
17. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Метод первого порядка точности.
18. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы второго порядка точности.
19. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы четвертого порядка точности (метод Рунге-Кутты).
20. Краевые задачи. Вариационно-разностные схемы для краевых задач.
21. Сеточная аппроксимация.
22. Метод Эйлера для системы уравнений.
23. Погрешность и устойчивость метода Эйлера.
24. Элементы численного дифференцирования. Постановка задачи.
25. Формула численного дифференцирования для неравноотстоящих узлов.
26. Полная погрешность при численном дифференцировании.
27. Метод наименьших квадратов.
28. Элементы теории исследования операций.
29. Математическое программирование.
30. Элементы линейного программирования. Разобрать на примере решения транспортной задачи.
31. Каноническая задача линейного программирования.

32. Геометрический смысл системы линейных неравенств.
33. Геометрический смысл двумерной задачи линейного программирования.
34. Идея Симплекс-метода.
35. Симплекс-таблицы.
36. Геометрические характеристики в задачах и методах линейного программирования.
37. Взаимно-двойственные задачи линейного программирования.
38. Элементы нелинейного программирования.
39. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
40. Правила обработки результатов измерений с помощью программы Statgraphics.
41. Анализ экспериментальных данных в программном пакете Statistica.
42. Решение задач вычислительной физики с помощью пакета MathCad.
43. Решение задач вычислительной физики с помощью пакета MatLab.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету.

### **Вопросы к зачету (3 семестр, очная форма обучения)**

1. Место моделирования среди методов познания, определение, свойства и цели моделирования.
2. Классификация моделей.
3. Классификация математических моделей.
4. Этапы построения математических моделей.
5. Принципы построения математических моделей различных процессов или явлений из области естественных наук.
6. Исследование математической модели движения маятника без затухания.
7. Исследование математической модели движения маятника с затуханием.
8. Модель Мальтуса динамики биологических популяций.
9. Логистическая модель динамики биологических популяций.
10. Модель Вольтерры и ее модификации динамики биологических популяций.
11. Понятие о предельных циклах, классификация предельных циклов.
12. Автоколебания физических, химических и биологических систем.
13. Основы теории перколяции.
14. Критические показатели и масштабная инвариантность в теории перколяции.
15. Алгоритм Хошена-Копельмана.
16. Игра «Жизнь».
17. Модель Винера-Розенблюта.
18. Модель Ва-Тор.

## **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Основная литература**

1. Кошкидько, В.Г. Основы программирования в системе MATLAB : учебное пособие / В.Г. Кошкидько, А.И. Панычев ; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Таганрог : Южный федеральный университет, 2016. – 85 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493162> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2048-0. – Текст : электронный.
2. Соловьев, В.В. Исследование нечетких систем управления в среде Matlab : учебное пособие / В.В. Соловьев, В.В. Шадрин, Е.А. Шестова ; Южный федеральный университет. – Таганрог : Южный федеральный университет, 2015. – 54 с. – Режим доступа: по подписке.

- URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462028> (дата обращения: 01.09.2020).  
– Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-1757-2. – Текст : электронный.
3. Гиссин, В.И. Планирование эксперимента и обработка результатов : учебное пособие : [16+] / В.И. Гиссин ; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 131 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567016> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2431-0. – Текст : электронный.

#### 4.2. Дополнительная литература

1. Седов, Е.С. Основы работы в системе компьютерной алгебры Mathematica / Е.С. Седов. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 402 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429169> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
2. Чичкарев, Е.А. Компьютерная математика с Maxima / Е.А. Чичкарев. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 459 с. : граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428974> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

### У. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в элек- тронной форме	Доступность
1.	<a href="https://infourok.ru/">https://infourok.ru/</a>	Образовательный интернет-проект России. Включает: конспекты уроков, презентации, тесты, видеоуроки и другие материалы по предметам школьной программы.	Свободный доступ
2.	<a href="http://edu.ru/">http://edu.ru/</a>	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
3.	<a href="https://www.intuit.ru/">https://www.intuit.ru/</a>	Национальный открытый университет - организация, предоставляющая с помощью собственного сайта услуги дистанционного обучения по нескольким образовательным программам, многие из которых касаются информационных технологий. Сайт содержит несколько сотен открытых образовательных курсов, по прохождении которых можно бесплатно получить электронный сертификат. Также возможно платное получение сертификатов о повышении квалификации. Кроме того, организа-	Свободный доступ

		ция действует как издательство, выпускающая учебную литературу по курсам.	
--	--	---	--

## **VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1.	<a href="http://www.school.edu.ru">www.school.edu.ru</a>	Российский общеобразовательный портал	Свободный доступ.
2.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Гарант.РУ – информационно-правовой портал	Свободный доступ.
3.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) - Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
4.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
5.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
6.	<a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a>	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

- При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- - Microsoft Windows;
- - Microsoft Office;
- - Libre Office и др.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущая и промежуточная аттестация проводятся в специализированных классах, оснащенных автоматизированными рабочими местами с компьютерами.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.