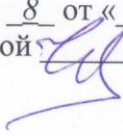



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 8 от « 25 » июня 2018 г.  
Зав. кафедрой:  /Стивак С.И./

Согласовано:  
Председатель УМК факультета  
 / Ефимов А.М.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Системный анализ  
(наименование дисциплины)


Цикл Б1.В Дисциплины (модули), вариативная часть  
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**программа бакалавриата**

Направление подготовки  
Направление 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем  
(наименование ООП ВО направления подготовки или специальности с указанием кода)

Профиль(и) подготовки  
"Системное и интернет-программирование"

Квалификация  
бакалавр

Разработчик (составитель) доцент, к.ф.-м.н., доцент (должность, ученая степень, ученое звание)	 / <u>Абдюшева С.Р.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	--

Уфа 2018 г.

Составитель к.ф.-м.н., доц. Абдюшева С.Р.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры математического моделирования, протокол № 8 от «25» июня 2018 г.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) 5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине 6
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций 8
  - 4.3. Рейтинг-план дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 11
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 12

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<p>1. Знать - основные понятия и методы математических дисциплин;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла;</li> <li>- математические модели типовых профессиональных задач;</li> <li>- современные направления развития математики;</li> <li>- проблемы современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами;</li> <li>- содержание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.</li> </ul>	ОПК-2: способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.	
	<p>2. Знать основные направления системных исследований;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории системного моделирования;</li> <li>- основные математические схемы моделирования;</li> <li>- методы моделирования событий, случайных величин и процессов;</li> <li>- понятие математической модели, как основы всех видов моделирования;</li> <li>- этапы компьютерного, имитационного</li> </ul>	ПК-1: готовностью к использованию метода системного моделирования при исследовании и проектировании программных систем.	

	<p>моделирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение моделей в процессе изучения и оптимизации сложной системы</li> </ul>		
Умения	<p>1. Уметь - решать типовые задачи в указанной предметной области;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики;</li> <li>- использовать методы математического моделирования;</li> <li>- проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики;</li> <li>- совершенствовать современный математический аппарат.</li> </ul> <p>2. Уметь - классифицировать системы с позиции их свойств и строить их математические модели;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить моделирование случайных факторов;</li> <li>- осуществлять выбор эффективных методов моделирования;</li> <li>- проводить оценку адекватности моделей</li> </ul>	<p>ОПК-2: способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.</p> <p>ПК-1: готовностью к использованию метода системного моделирования при исследовании и проектировании программных систем.</p>	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<p>1. Владеть навыками применения современного математического аппарата;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</li> <li>- навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач;</li> <li>- навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач</li> <li>- навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий</li> </ul>	<p>ОПК-2: способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.</p>	

	2. Владеть навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; навыками планирования системного моделирования	ПК-1: готовностью к использованию метода системного моделирования при исследовании и проектировании программных систем.	
--	---	---	--

### 1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системный анализ» входит в вариативную часть цикла Б1 Дисциплины (модули).

Дисциплина изучается на *4 курсе в 1 и 2 семестре.*

Целью освоения дисциплины "Системный анализ" является: ознакомление с основами теории систем, теории случайных процессов, фундаментальная подготовка в области построения и анализа стохастических моделей и моделей принятия оптимальных решений, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в разнообразных приложениях

Для освоения дисциплины как предшествующие входные знания и умения необходимы компетенции, сформированные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, прикладной функциональный анализ, алгебра, дифференциальные и разностные уравнения, теория вероятностей и статистический анализ, математическое программирование.

### 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

Объем дисциплины «Системный анализ» составляет 8 ЗЕТ, или 288 академических часов, в том числе контактная работа с преподавателем 110,9 часа и самостоятельная работа студентов – 116,5 часа, контроль – 60,6 часа.

### 3. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции: ОПК-2: способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основные понятия и методы математических дисциплин, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; математические модели типовых профессиональных задач, современные направления развития математики.	Фрагментарные представления об основных понятиях и методах дисциплины «Исследование операций», о формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; о математических моделях типовых профессиональных задач	Неполные представления об основных понятиях и методах дисциплины «Исследование операций», о формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; о математических моделях типовых профессиональных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных понятиях и методах дисциплины «Исследование операций», о формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; о математических моделях типовых профессиональных задач	Сформированные систематические представления об основных понятиях и методах дисциплины «Исследование операций», о формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; о математических моделях типовых профессиональных задач
Второй	Уметь решать	Фрагментарн	В целом	В целом	Сформирован

этап (уровень)	<p>типичные задачи в указанной предметной области;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики;</li> <li>использовать методы математического моделирования;</li> <li>проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики;</li> <li>совершенствовать современный математический аппарат.</li> </ul>	<p>ые умения использовать методы математического моделирования, проводить исследования с использованием основных понятий и методов дисциплины «Исследование операций»</p>	<p>успешное, но не систематическое умение использовать методы математического моделирования, проводить исследования с использованием основных понятий и методов дисциплины «Исследование операций»</p>	<p>успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать методы математического моделирования, проводить исследования с использованием основных понятий и методов дисциплины «Исследование операций»</p>	<p>ное умение использовать методы математического моделирования, проводить исследования с использованием основных понятий и методов дисциплины «Исследование операций»</p>
Третий этап (уровень)	<p>Владеть навыками применения современного математического аппарата;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</li> <li>- навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач;</li> <li>- навыками</li> </ul>	<p>Фрагментарное владение навыками применения современного математического аппарата;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</li> <li>- навыками использования аппарата математики в решении</li> </ul>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение навыками применения современного математического аппарата;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</li> <li>- навыками использования аппарата</li> </ul>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками применения современного математического аппарата;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</li> <li>- навыками использования</li> </ul>	<p>Успешное и систематическое владение навыками применения современного математического аппарата;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</li> <li>- навыками использования аппарата математики в</li> </ul>



	построения вычислительных схем решения прикладных задач	профессиональных задач; - навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач	математики в решении профессиональных задач; - навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач	аппарата математики в решении профессиональных задач; - навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач	решении профессиональных задач; - навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач
--	---	---	--	---	---

Код и формулировка компетенции: ПК-1: готовностью к использованию метода системного моделирования при исследовании и проектировании программных систем

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основные направления системных исследований; - основы теории системного моделирования; - основные математические схемы моделирования; - методы моделирования событий, случайных величин и процессов; - понятие математической модели, как основы всех видов моделирования; - назначение моделей в процессе	Фрагментарные представления об основных направлениях системных исследований; - об основах теории системного моделирования; - основных математических схемах моделирования; - основных математических схемах моделирования; - методах моделирования событий, случайных величин и процессов; - методах моделирования событий, случайных величин и процессов; - о понятии математической модели, как основы всех видов моделирования;	Неполные представления об основных направлениях системных исследований; - об основах теории системного моделирования; - основных математических схемах моделирования; - методах моделирования событий, случайных величин и процессов; - о понятии математической модели, как основы всех видов моделирования;	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных направлениях системных исследований; - об основах теории системного моделирования; - основных математических схемах моделирования; - методах моделирования событий, случайных величин и процессов;	Сформированные систематические представления об основных направлениях системных исследований; - об основах теории системного моделирования; - основных математических схемах моделирования; - методах моделирования событий, случайных величин и процессов; - о понятии математической модели, как

	изучения и оптимизации сложной системы	математической модели, как основы всех видов моделирования; - о назначении моделей в процессе изучения и оптимизации сложной системы	- о назначении моделей в процессе изучения и оптимизации сложной системы	модели, как основы всех видов моделирования; - о назначении моделей в процессе изучения и оптимизации сложной системы	основы всех видов моделирования - о назначении моделей в процессе изучения и оптимизации сложной системы
Второй этап (уровень)	Уметь классифицировать системы с позиции их свойств и строить их математические модели; проводить моделирование случайных факторов; - осуществлять выбор эффективных методов моделирования; - проводить оценку адекватности моделей	Фрагментарные умения классифицировать системы с позиции их свойств и строить их математические модели; проводить моделирование случайных факторов; - осуществлять выбор эффективных методов моделирования; - проводить оценку адекватности моделей	В целом успешное, но не систематическое умение классифицировать системы с позиции их свойств и строить их математические модели; проводить моделирование случайных факторов; - осуществлять выбор эффективных методов моделирования; - проводить оценку адекватности моделей	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении классифицировать системы с позиции их свойств и строить их математические модели; проводить моделирование случайных факторов; - осуществлять выбор эффективных методов моделирования; - проводить оценку адекватности моделей	Сформированное умение классифицировать системы с позиции их свойств и строить их математические модели; проводить моделирование случайных факторов; - осуществлять выбор эффективных методов моделирования; - проводить оценку адекватности моделей
Третий этап (уровень)	Владеть навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; навыками	Фрагментарное владение навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с	В целом успешное, но не систематическое владение навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения навыками формального построения моделей по предметной области и определения	Успешное и систематическое владение навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной

	планирования системного моделирования	ними; навыками планирования системного моделирования	наиболее эффективной работы с ними; навыками планирования системного моделирования	методов наиболее эффективной работы с ними; навыками планирования системного моделирования	работы с ними; навыками планирования системного моделирования
--	---------------------------------------	--	--	--	---

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкала оценивания:

для экзамена:

от 0 до 44 баллов – «неудовлетворительно»;

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Знать основные понятия и методы математических дисциплин, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; математические модели типовых профессиональных задач, современные направления развития математики.	ОПК-2	Групповой и индивидуальный опрос Экзамен
	2. Знать основные направления системных исследований; - основы теории системного моделирования; - основные математические схемы моделирования; - методы моделирования событий, случайных величин и процессов; - понятие математической модели,	ПК-1	Групповой и индивидуальный опрос Экзамен

	как основы всех видов моделирования; - назначение моделей в процессе изучения и оптимизации сложной системы		
2-й этап Умения	1. Уметь решать типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; использовать методы математического моделирования; проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики; совершенствовать современный математический аппарат.	ОПК-2	Домашние задания Лабораторные работы Экзамен
	2. Уметь классифицировать системы с позиции их свойств и строить их математические модели; проводить моделирование случайных факторов; - осуществлять выбор эффективных методов моделирования; - проводить оценку адекватности моделей	ПК-1	Домашние задания Лабораторные работы Экзамен
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть навыками применения современного математического аппарата; навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач; навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач	ОПК-2	РГР Экзамен
	2. Владеть навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; навыками планирования системного моделирования	ПК-1	РГР Экзамен

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в Приложении № 2.

#### Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета: экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов в 1 семестре и из двух теоретических вопросов и задачи из приложенного списка во 2 семестре.

#### Примерный перечень вопросов для опроса на занятиях и к экзамену в 1(7) семестре.

1. Марковский случайный процесс.
2. Случайный процесс с дискретными состояниями.
3. Случайный процесс с дискретным временем.
4. Случайный процесс с непрерывным временем.
5. Дискретная Марковская цепь.
6. Однородная Марковская цепь.
7. Неоднородная Марковская цепь.
8. Вероятности состояний случайного процесса с дискретным временем после  $k$  шагов (однородный случай).
9. Вероятности состояний случайного процесса с дискретным временем после  $k$  шагов (неоднородный случай).
10. Непрерывная Марковская цепь.
11. Плотность вероятности перехода.
12. Однородный Марковский процесс.
13. Неоднородный Марковский процесс.
14. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний (правило выписывания).
15. Поток событий.
16. Регулярный поток.
17. Простейший поток. Ординарность.
18. Простейший поток. Стационарность.
19. Простейший поток. Без последействия.
20. Предельные вероятности состояний. Условие существования.
21. Нахождение предельных вероятностей состояний системы.
22. Процесс “гибели и размножения”. Общая формула вычисления предельных вероятностей состояний.
23. Понятие системы массового обслуживания.
24. Абсолютная пропускная способность.
25. Основные понятия теории массового обслуживания.
26. Относительная пропускная способность.
27. Условие существования предельного стационарного режима в одноканальной СМО с неограниченной очередью.
28. Условие существования предельного стационарного режима в многоканальной СМО с неограниченной очередью.
29. Замкнутая СМО. Основные характеристики и отличия.
30. Замкнутая СМО, случай одного рабочего.
31. Замкнутая СМО, случай бригады из  $m$  рабочих.
32. СМО со взаимопомощью между каналами..

Образец экзаменационного билета

1. Марковский случайный процесс.
2. Виды СМО.
3. Простейший поток.

**Примерный перечень вопросов для опроса на занятиях и к экзамену во 2(8) семестре.**

1. Основные понятия исследования операций. Характеристика некоторых классов моделей. Линейные модели.
2. Оценка критерия эффективности операций. Детерминированный случай.
3. Игры. Основные понятия теории игр.
4. Платежная матрица.
5. Нижняя и верхняя цена игры. Принцип минимакса.
6. Чистые и смешанные стратегии. Теорема об активных стратегиях.
7. Игры  $2 \times 2$ . Геометрическая интерпретация.
8. Геометрическое решение.
9. Игры  $2 \times n$  и  $m \times 2$ .
10. Игры  $m \times n$ . Сведение игры к решению задач линейного программирования.
11. Основная теорема существования решения конечных игр.
12. Элементы теории статистических решений.
13. Игры с природой. Риск. Критерии выбора оптимального решения.
14. Игры с природой. Риск. Условия выгодности проведения эксперимента.
15. Планирование эксперимента в условиях неопределённости.

Образец экзаменационного билета

4. Основные понятия теории игр.
5. Игра с природой. Понятие риска.
6. Задача.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками

материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Групповой и индивидуальный опрос.

Вопросы приведены выше. Опрос проводится в процессе занятий. Правильные и полные ответы оцениваются в 1 балл.

### Примерные задания для домашних, лабораторных работ и РГР.

1. Привести примеры марковского и немарковского процессов.
2. Матрица вероятностей перехода цепи Маркова имеет вид  $P = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,9 \\ 0,8 & 0,2 \end{pmatrix}$ . Распределение по состояниям в момент времени  $t=0$  определяется вектором  $(0,7; 0,3)$ . Найти:
  - 1) распределение по состояниям в момент  $t=2$ ;
  - 2) вероятность того, что в моменты  $t=0, 1$  состояния цепи будут соответственно 2, 1;
  - 3) стационарное распределение.
3. Техническое устройство состоит из двух одинаковых узлов, которые могут заменять друг друга. Для работы устройства достаточно, чтобы работал хотя бы один узел. Поток отказов каждого узла - простейший, среднее время работы каждого узла равно  $\bar{t}_o = 5$  часов. Отказавший узел сразу же начинает ремонтироваться; среднее время ремонта (восстановления) узла  $\bar{t}_p = 1$  час; закон распределения этого времени показательный, поток восстановлений - простейший.
  - 1) Построить граф состояний устройства, написать уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.
  - 2) Найти предельные вероятности состояний (не решая уравнений).
  - 3) Найти относительное время безотказной работы устройства (вероятность того, что прибор работает).
1. Имеется простейшая трехканальная СМО с неограниченной очередью. Интенсивность потока заявок  $\lambda = 4$  заявки/час, среднее время обслуживания  $t_{обсл} = 0,5$  ч. Выгодно ли, имея в виду среднюю длину очереди, объединить все три канала в один, с втрое меньшим средним временем обслуживания?
2. Рабочий обслуживает 6 станков. Каждый станок отказывает с интенсивностью 0.5 отказа в час. Среднее время ремонта 20 минут. Все потоки событий простейшие.
  - 1) Построить граф состояний СМО.
  - 2) Определить характеристики СМО: среднее число занятых рабочих  $\bar{k}$ , абсолютную пропускную способность  $A$ , среднее число неисправных станков  $\bar{w}$ ; найти среднее относительное время простоя рабочего  $P_{пр}$ .
1. Пусть величины  $X_1, \dots, X_N$  образуют цепь Маркова. Показать, что  $(Y_k)_{1 \leq k \leq N}$  - цепь Маркова, где  $Y_k = X_{N-k}$ ,  $k=1, \dots, N$ .
2. Пусть  $Y = \{Y(n) = X(n), n = 0, 1, \dots\}$  - марковский процесс. Будет ли марковским процесс  $X = \{X(t) = Y([t]), t \geq 0\}$ , где  $[ \cdot ]$  - целая часть числа?
3. Пусть дана марковская цепь  $X_n$ ,  $n \geq 0$ , имеющая переходную матрицу вероятностей за один шаг
$$P = \begin{pmatrix} \alpha & 1 - \alpha \\ 1 - \alpha & \alpha \end{pmatrix},$$
где  $0 < \alpha < 1$ . Найти стационарное распределение.

4. Пусть  $h: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$  – взаимно однозначное отображение. Показать, что  $Y = \{Y(t) = h(X(t)), t \geq 0\}$  является марковским процессом, если  $X = \{X(t), t \geq 0\}$  – марковский процесс. Построить пример, показывающий, что без предположения о взаимной однозначности отображения  $h$  утверждение не обязано выполняться.

5. Матрица вероятностей перехода цепи Маркова имеет вид  $P = \begin{pmatrix} 0,9 & 0,1 \\ 0,4 & 0,6 \end{pmatrix}$ . Распределение

по состояниям в момент времени  $t=0$  определяется вектором  $(0,5; 0,5)$ . Найти:

- 1) распределение по состояниям в момент  $t=2$ ;
- 2) вероятность того, что в моменты  $t=0, 1$  состояния цепи будут соответственно 2, 2;
- 3) стационарное распределение.

6. Прибор состоит из трех узлов; поток отказов – простейший, среднее время работы каждого узла равно  $\bar{t}_o = 10$  часов. Отказавший узел сразу же начинает ремонтироваться; среднее время ремонта (восстановления) узла  $\bar{t}_p = 5$  часов; закон распределения этого времени показательный, поток восстановлений – простейший.

1) Построить граф состояний прибора, разметить его, написать уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.

2) Найти предельные вероятности состояний (не решая уравнений).

3) Найти среднюю производительность прибора, если при трех работающих узлах она равна 100%, при двух – 50%, а при одном и менее прибор вообще не работает.

7. Техническое устройство состоит из двух одинаковых узлов, которые могут заменять друг друга. Для работы устройства достаточно, чтобы работал хотя бы один узел. Поток отказов каждого узла – простейший, среднее время работы каждого узла равно  $\bar{t}_o = 5$  часов. Отказавший узел сразу же начинает ремонтироваться; среднее время ремонта (восстановления) узла  $\bar{t}_p = 1$  час; закон распределения этого времени показательный, поток восстановлений – простейший.

1) Построить граф состояний устройства, разметить его, написать уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.

2) Найти предельные вероятности состояний (не решая уравнений).

3) Найти относительное время безотказной работы устройства (вероятность того, что прибор работает).

8. Найти решение матричной игры  $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 0,5 \\ 0 & 1 & -2 & 0 \\ 1 & -4 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ .

9. Задана матрица выигрышей в игре с природой. Выбрать оптимальную стратегию с помо-

щью различных критериев:  $\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 3 & 8 & 4 \\ 4 & 6 & 5 \end{pmatrix}$

- 1) Известны вероятности состояний природы:  $Q_1 = 0,2, Q_2 = 0,3, Q_3 = 0,5$ .
- 2) Критерий Вальда.
- 3) Критерий Сэвиджа.
- 4) Критерий Гурвица при  $\chi=0,2$  и  $\chi=0,8$ .

10. Найти решение матричной игры  $A = \begin{pmatrix} 0 & -1 & -2 & -3 \\ 1 & 0 & -1 & -2 \\ 2 & 1 & 0 & -1 \\ 3 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ .



11. Найти решение матричной игры  $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 0.5 \\ 0 & 1 & -2 & 0 \\ 1 & -4 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ .

12. Найти решение матричной игры  $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 & 0 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \\ 5 & 4 & 3 & 2 \\ 6 & 5 & 4 & 3 \end{pmatrix}$ .

13. Найти решение матричной игры  $A = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 1 & 3 & 3 \\ -1 & 4 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 2 & -2 \end{pmatrix}$ .

14. Рассматривается игра с природой  $3 \times 4$  с матрицей выигрышей  $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 4 & 1 & 2 \\ 7 & 2 & 8 & 1 \end{pmatrix}$ . Выбрать оптимальную стратегию по критериям Вальда, Сэвиджа, Гурвица ( $\chi=0.5$ ).

15. Рассматривается игра с природой  $3 \times 4$  с матрицей выигрышей  $A = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 1 & 4 \\ 5 & 2 & 4 & 2 \\ 1 & 4 & 3 & 5 \end{pmatrix}$ .

Выбрать оптимальную стратегию по критериям Вальда, Сэвиджа, Гурвица ( $\chi=0.6$ ).

**Критерии оценки (в баллах)** Каждое задание оценивается от 0 до 5 баллов в зависимости от трудоемкости.

- 4-5 баллов выставляется студенту, если задание полностью выполнено и аккуратно оформлено;
- 2-3 баллов выставляется студенту, если задание выполнено с ошибками и небрежно оформлено;
- 0-1 баллов выставляется студенту, если задание не выполнено.

### Примерные тестовые задания

1. Антагонистическая игра это ...
  - 1) Биматричная игра
  - 2) Игра с нулевой суммой
  - 3) Статистическая игра
  - 4) Игра с природой
2. Конечная игра двух игроков с нулевой суммой называется ...
  - 1) Биматричной игрой
  - 2) Кооперативной игрой
  - 3) Дифференциальной игрой
  - 4) Матричной игрой
3. Количество игроков в матричной игре равно

- 1) количеству стратегий игроков
  - 2) двум
  - 3) конечному числу
  - 4) числу возможных ходов
4. Игрок А может назвать число 1 (стратегия  $A_1$ ) или 2 (стратегия  $A_2$ ). Игрок В может назвать число 3 (стратегия  $B_1$ ) или 4 (стратегия  $B_2$ ). Если сумма названных чисел четная, то выигрывает игрок А. Если сумма чисел нечетная, то выигрывает игрок В. Выигрыш равен сумме названных чисел. Платежная матрица игры имеет вид: ...  
и т.д.

#### **Критерии оценки (в баллах)**

Каждое задание оценивается от 0 до 1 баллов. Правильный ответ на вопрос тестового задания оценивается в 1 балл, неверный ответ – 0 баллов.

### **4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **Основная литература:**

1. Мазалов, В.В. Математическая теория игр и приложения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Мазалов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90066>.
2. Горелик, В.А. Теория принятия решений : учебное пособие для магистрантов / В.А. Горелик ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский педагогический государственный университет. - Москва : МПГУ, 2016. - 152 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4263-0428-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=472093>

##### **Дополнительная литература:**

1. Костевич, Л.С. Исследование операций. Теория игр [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.С. Костевич, А.А. Лапко. — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2008. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65217>
2. Исследование операций : учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; сост. А.С. Адамчук, С.Р. Амироков и др. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 178 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457348>

#### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. Сайт Росстата [www.gks.ru](http://www.gks.ru)
2. Microsoft Office

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Аудитория 501, 502, 528, 530, 531, 515</i>	<i>Лекции</i>	<i>Мультимедийный проектор, экран, доска</i>
<i>Аудитория 531, 527, 526, 503, 511, 523, 509</i>	<i>Лабораторные работы</i>	<i>Мультимедийный проектор, экран, доска</i>
<i>Компьютерный класс 426, 520а, 521, 522, 525</i>	<i>Самостоятельная работа</i>	<i>Компьютеры, имеющие выход в сеть Internet, имеющие необходимое программное обеспечение: пакет MS Office. Электронная библиотека</i>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Системный анализ на 7,8 семестр  
(наименование дисциплины)

очная  
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	288/8
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	36+10
практических/ семинарских	
лабораторных	36+26
ФКР	1,2+1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	36+80,5
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	34,8+25,8

Форма(ы) контроля:

экзамен 7, 8 семестр

РГР 8 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>7 семестр</b>							
1.	Понятие системы и системного анализа. Основные классы систем. Математические модели сложных систем.	4		2	6	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников.	Групповой и индивидуальный опрос
2.	Марковский случайный процесс. Моделирование по схеме марковских случайных процессов. Поток событий.	14		15	10	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа
3.	Применение Марковских процессов для описания систем массового обслуживания. Задачи	8		10	10	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников.	Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа

	теории массового обслуживания.						Выполнение домашнего задания.	
4.	Классификация систем массового обслуживания и их основные характеристики.	10		10,2	10	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа.
	Экзамен				34,8		Проработка лекционного материала, литературных источников.	
	<b>Всего часов в 7 семестре:</b>	36		37,2	70,8			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>8 семестр</b>							
1.	Основные понятия исследования операций. Характеристика некоторых классов моделей. Линейные модели. Оценка критерия эффективности операций. Детерминированный случай.	2			10	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников.	Групповой и индивидуальный опрос

2.	Теория игр. Основные понятия теории игр. Решение игры в чистых и смешанных стратегиях. Геометрическая интерпретация игр. Сведение игры к решению задач линейного программирования.	4		10	20	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа РГР
3.	Элементы теории статистических решений. Критерий, основанный на известных вероятностях условий. Критерий Вальда, Сэвиджа, Гурвица.	2		10	20	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа РГР
4.	Планирование эксперимента в условиях неопределённости.	2		7,7	11,5	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа.
	РГР				10	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Выполнение расчетно-графической работы	
	Экзамен				25,8		Проработка	

							лекционного материала, литературных источников.	
	<b>Всего часов в 8 семестре:</b>	10		27,7	106,3			
	<b>Всего часов:</b>	46		63,7	177,1			



**Рейтинг-план дисциплины**  
**Системный анализ**

*(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)*

направление подготовки Направление 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Марковские процессы.</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная и домашняя работа	2	10		<b>20</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Лабораторная работа	5	3		<b>15</b>
<b>Модуль 2. Теория массового обслуживания</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная и домашняя работа	2	10		<b>20</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Лабораторная работа	5	3		<b>15</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов				<b>10</b>
2. Публикация статей				
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)				
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен				<b>30</b>

## Рейтинг-план дисциплины

### Системный анализ

*(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)*

направление подготовки Направление *02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем*

курс 4, семестр 2(8)

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Теория игр</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная и домашняя работа	2	10		<b>20</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Лабораторная работа	5	3		<b>15</b>
<b>Модуль 2. Элементы теории статистических решений</b>			<b>0</b>	<b>45</b>
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная и домашняя работа	2	10		<b>20</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тестовые задания	15	1		<b>15</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов				<b>10</b>
2. Публикация статей				
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)				
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен				<b>30</b>