

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»


РЕКОМЕНДОВАНО  
К УТВЕРЖДЕНИЮ

Декан, председатель совета  
факультета компьютерных технологий,  
вычислительной техники и энергетики

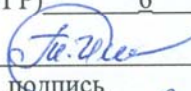

  
Ш.А. Юсуфов  
подпись  
17.09 2018

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
председатель методического  
совета ДГТУ

  
Н.С. Суракатов  
подпись  
14.10 2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Динамические модели Б1.В.ОД.15  
наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС  
для направления 01.03.02 - Прикладная математика и информатика  
шифр и полное наименование направления (специальности)  
по профилю «Системное программирование и компьютерные технологии»  
факультет КТВТиЭ  
наименование факультета, где ведется дисциплина  
кафедра прикладной математики и информатики  
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Квалификация выпускника(степень) бакалавр  
бакалавр (специалист)  
Форма обучения очная, курс 3 семестр (ы) 6  
очная, заочная, др.  
Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 43ЕТ(144ч.) :  
лекции 17 (час); экзамен 6 13ЕТ(36ч) ;  
(семестр)  
практические (семинарские) занятия 17 (час); зачет \_\_\_\_\_  
(семестр)  
лабораторные занятия 17 (час); самостоятельная работа 57 (час);  
курсовой проект (работа, РГР) 6 (семестр).  
Зав. кафедрой   
подпись Исабекова Т.И.  
ФИО  
Начальник УО   
подпись Магомаева Э.В.  
ФИО





## 1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины Динамические модели :

Дать представление о динамике сложных систем, механизмах самоорганизации открытых систем, описать явления перехода от регулярной к стохастической динамике в сложных системах, ознакомить с примерами обучения нейронных сетей.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Учебный курс «Динамические модели» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. В дальнейшем приобретенные навыки понадобятся студенту при освоении всех дисциплин, связанных с теорией динамических систем. Для освоения дисциплины необходимы сведения из дисциплины теории вероятностей, линейной алгебры, математического анализа, дискретной математики.

---

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины Динамические модели .

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1);

способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** - механизмы самоорганизации открытых систем, описать явления перехода от регулярной к стохастической динамике в сложных системах.

**Уметь:** - использовать полученные знания для решения прикладных задач, а именно, для построения моделей стохастических динамических систем и систем массового обслуживания.

- сформулировать описание динамики системы в конфигурационном и фазовом пространствах,

- вычислить показатели Ляпунова для систем с кусочно-линейной динамикой в дискретном времени,

- описать механизм бифуркаций удвоения цикла в квадратичной динамике,

- сформулировать закон Фейгенбаума об универсальности последовательности бифуркаций;

- построить фазовый портрет для систем с непрерывным временем,

- описать картину бифуркаций и условия формирования странного аттрактора в модели Лоренца.

**Владеть:**- методами описания явления самоорганизации в открытых системах, формулирования алгоритм обучения простейших нейронных сетей.

#### 4. Структура и содержание дисциплины Динамические модели

##### 4.1.Содержание дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего* контроля успеваемости ( <b>по срокам текущих аттестаций в семестре</b> ) Форма промежуточной аттестации ( <b>по семестрам</b> )
				ЛК	ПЗ	ЛР	СРС	
1	<p>Лекция 1</p> <p>Тема: <b>Принцип причинности</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механическое движение.</li> <li>2. Уравнения Ньютона.</li> <li>3. Детерминизм Ньютона – Лапласа.</li> <li>4. Неустойчивость движения динамических систем.</li> <li>5. Стохастическая динамика.</li> <li>6. Горизонт предсказуемости.</li> <li>7. Состояние системы. Фазовое пространство системы*</li> </ol>	6	1	2	2	4	8	Вх. КР
2	<p>Лекция 2</p> <p>Тема: <b>Динамика системы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Динамическая группа.</li> <li>2. Системы с дискретным временем.</li> </ol>		3	2	2		8	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. Динамическая группа.</li> <li>4. Динамика, порожденная итерациями отображения фазового пространства.</li> <li>5. Фазовая траектория.</li> <li>6. Неподвижная точка. Устойчивость неподвижной точки*</li> </ul>							
3	<p style="text-align: center;">Лекция 3</p> <p>Тема: Периодическая траектория</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Аттрактор.</li> <li>2. Показатель Ляпунова для систем с одномерным фазовым пространством</li> <li>3. Итерации линейного отображения.</li> <li>4. Неподвижная точка и ее устойчивость.</li> <li>5. Показатель Ляпунова для линейной системы.</li> <li>6. Информация и показатель Ляпунова*</li> </ul>		5	2	2	4	8	Аттест. КР1
4	<p style="text-align: center;">Лекция 4</p> <p>Тема: <b>Итерации кусочно-линейного отображения отрезка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Непрерывное семейство кусочно-линейных отображений.</li> <li>2. Режим устойчивой неподвижной точки.</li> <li>3. Бифуркация.</li> <li>4. Режим неустойчивости неподвижных точек.</li> <li>5. Показатель Ляпунова.*</li> </ul>		7	2	2		8	
5	<p style="text-align: center;">Лекция 5</p> <p>Тема: <b>Картина бифуркаций</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Хаотический режим.</li> </ul>		9	2	2	4	8	Аттест. КР1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Семейство квадратичных отображений единичного отрезка.</li> <li>3. Итерации квадратичного отображения.</li> <li>4. Режим устойчивой неподвижной точки. *</li> </ul>							
6	<p style="text-align: center;">Лекция 6</p> <p>Тема: <b>Возникновение периодической траектории</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Бифуркации удвоения периода.</li> <li>2. Последовательность бифуркаций удвоения периода цикла.</li> <li>3. Возникновение режима хаотического движения.</li> <li>4. Универсальные коэффициенты Фейгенбаума.</li> <li>5. Окна периодичности в хаотическом режиме.*</li> </ul>		11	2	2		8	
7	<p style="text-align: center;">Лекция 7</p> <p>Тема: <b>Конфигурация системы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Конфигурационное пространство механической системы.</li> <li>2. Уравнения траекторий в конфигурационном пространстве.</li> <li>3. Теорема Коши для уравнений движения в конфигурационном пространстве.</li> <li>4. Фазовое пространство механической системы*</li> </ul>		13	2	2	4	3	
8	<p style="text-align: center;">Лекция 8</p> <p>Тема: <b>Фазовый поток</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Фазовый портрет динамической системы.</li> <li>2. Гамильтонова форма уравнений движения механической системы.</li> <li>3. Консервативность гамильтоновых систем *</li> </ul>		15	2	2		3	Аттест. КРЗ

9	Лекция 9 Тема: <b>Обзорная</b> Обзор новых подходов и программных продуктов.		17	1	1	1	3	
	<b>Итого</b>			<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>57</b>	<b>Экзамен (1зет-36ч)</b>

#### 4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторной работы	Кол-во Часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4	5
1	1	Динамическая система, описываемая конечной системой обыкновенных дифференциальных уравнений.	4	[2,4]
2	3	Изучение аттрактора.	4	[2,4]
3	5	Изучение хаотического режима.	4	[2]
4	7	Изучение уравнений траекторий в конфигурационном пространстве.	4	[2,4]
5	8	Фазовый портрет динамической системы	1	[2]
		<b>ИТОГО</b>	<b>17</b>	



### 4.3 Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование практического занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4	5
1	1	Состояние системы. Фазовое пространство системы	2	[1-3]
2	2	Системы с дискретным временем	2	[1-3]
3	3	Показатель Ляпунова для систем с одномерным фазовым пространством	2	[1-3]
4	4	Режим устойчивой неподвижной точки. Бифуркация	2	[1,2]
5	5	Итерации квадратичного отображения	2	[1,3]
6	6	Бифуркации удвоения периода	2	[2,4]
7	7	Уравнения траекторий в конфигурационном пространстве	2	[2,4]
8	8	Фазовый портрет динамической системы	2	[1-4]
9	9	Новые подходы и программные продукты	1	[1-4]
		Итого	17	

#### 4.4. Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	Состояние системы. Фазовое пространство системы	8	[1,2]	КР
2	Неподвижная точка. Устойчивость неподвижной точки	8	[3,4]	КР
3	Информация и показатель Ляпунова	8	[3]	КР
4	Показатель Ляпунова	8	[3,4]	КР
5	Режим устойчивой неподвижной точки	8	[1,2]	КР
6	Окна периодичности в хаотическом режиме	8	[3,4]	КР
7	Фазовое пространство механической системы	3	[1,3]	КР
8	Консервативность гамильтоновых систем	3	[1,2]	КР
9	Обзор новых подходов и программных продуктов	3	[1,2]	КР
	ИТОГО	57		

## 5. Образовательные технологии

Основными видами обучения студентов являются лекции и лабораторные занятия в дисплейном классе и самостоятельная работа студентов.

При чтении лекций особое внимание следует уделить отбору материала, логике его следования в рамках дисциплины, формированию понятийного аппарата. В процессе работы преподавателю следует широко использовать мультимедийную технику, демонстрировать не только статичные иллюстрационные материалы, но и вносить в учебный процесс элементы непосредственно компьютерного моделирования, обсуждая с аудиторией его ход и результаты.

Практикум ориентируется на формирование у студентов устойчивых навыков работы с программным обеспечением общего назначения и средствами разработки программ под контролем преподавателя. Необходимо, чтобы студенты самостоятельно реализовывали на ЭВМ выданные преподавателем задания, учились самостоятельно принимать различные организационные решения, в том числе по организации данных и хранению информации на ЭВМ. Важно, чтобы результаты каждой лабораторной работы оформлялись в соответствии с установленными требованиями и сохранялись студентами до завершения всего курса.

Самостоятельная работа студента ориентирована на работу дома, в библиотеке, в классах ПЭВМ вычислительной лаборатории факультета. Студенты должны систематически работать с учебной литературой, конспектами лекций, с материалами Интернет. Оценка самостоятельной работы студента должна быть составной частью итоговой оценки знаний студента по данной дисциплине.

Удельный вес занятий проводимых в интерактивной форме составляет не менее 20% аудиторных занятий (10ч)

## 6. **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### ФОНД КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

#### *Перечень вопросов для входной контрольной работы*

1. Вероятностное пространство как математическая модель эксперимента со случайными исходами.
2. Частота события, ее свойства.
3. Устойчивость частот реальных случайных событий.
4. Математические модели экспериментов со случайными исходами.
5. Операции над реальными событиями и операции над множествами, являющимися моделями этих событий.
6. Простейшие свойства вероятности.
7. Дискретные вероятностные пространства.
8. Классические определения вероятности.
9. Построение простейших вероятностных пространств, урновые схемы.
10. Элементы комбинаторики.
11. Биномиальное распределение как распределение вероятностей числа успехов в схеме выбора с возвращением.

**Перечень вопросов для 1–ой текущей аттестационной  
контрольной работы**

1. Что называется инвариантом системы?
2. Что называется точкой покоя?
3. Что называется циклом?
4. Что называется к периодической точкой?
5. Как искать точку покоя?
6. Как искать цикл?
7. Дать определение устойчивости точки покоя.
8. Дать определение асимптотической устойчивости точки покоя.
9. Дать определение экспоненциальной устойчивости точки покоя.
10. Критерий устойчивости точки покоя.
11. Критерий асимптотической устойчивости точки покоя.
12. Дать определение устойчивости цикла.
13. Дать определение асимптотической устойчивости цикла.
14. Дать определение экспоненциальной устойчивости цикла.
15. Критерий устойчивости цикла.
16. Критерий асимптотической устойчивости точки цикла.
17. Какие биологические факторы учитываются в простейшей популяционной динамической модели?
18. При каких условиях численность популяции монотонно убывает к нулю?
19. При каких условиях численность популяции не изменяется?
20. При каких условиях численность популяции монотонно возрастает к бесконечности?

**Перечень вопросов для 2–ой текущей аттестационной  
контрольной работы**

1. Какие биологические факторы учитываются в линейной модели с притоком?
2. Какие биологические факторы учитываются в линейной модели с оттоком?
3. В чем преимущество управления по принципу обратной связи?
4. Какие биологические факторы учитываются в нелинейной модели?
5. Какие особенности динамики возникают из-за нелинейности модели?
6. При каких условиях численность популяции в нелинейной модели монотонно убывает к нулю?
7. При каких условиях численность популяции в нелинейной модели стабилизируется?
8. При каких условиях численность популяции в нелинейной модели стремится к периодической?
9. Что такое бифуркация удвоения периода?
10. При каком значении параметра порядок сменяется хаосом?
11. В чем состоит закон универсальности?
12. Каков смысл констант Фейгенбаума?
13. Что такое самоподобие?
14. Что изображают на бифуркационной диаграмме?

15. Какие биологические факторы учитываются в одномерной линейной модели?
16. Какие параметры определяют типы динамики в одномерной линейной модели?
17. Какие биологические факторы учитываются в двумерной модели Лотке-Вольтерра?
18. При каких условиях в двумерной модели Лотке- Вольтерра численность популяций не изменяется?
19. При каких условиях в двумерной модели Лотке - Вольтерра численность популяций изменяется периодически?
20. Что моделирует осциллятор Хиггинса?

***Перечень вопросов для 3–ой текущей аттестационной  
контрольной работы***

1. Что называется точкой покоя непрерывной динамической системы?
2. Что называется циклом непрерывной динамической системы?
3. Как искать точку покоя непрерывной динамической системы?
4. Как искать цикл непрерывной динамической системы?
5. Дать определение устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы
6. Дать определение асимптотической устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы
7. Дать определение экспоненциальной устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы
8. Критерий устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы .
9. Критерий асимптотической устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы.
10. Дать определение устойчивости цикла непрерывной динамической системы.
11. Дать определение асимптотической устойчивости цикла непрерывной динамической системы.
12. Дать определение экспоненциальной устойчивости цикла непрерывной динамической системы.
13. Критерий устойчивости цикла непрерывной динамической системы.
14. Критерий асимптотической устойчивости точки цикла непрерывной динамической системы.
15. Каковы типы фазовых портретов?
16. От чего зависит тип фазового портрета?
17. Какой фазовый портрету модели Лотке-Вольтерра?
18. Какой фазовый портрет у модели нейрона?
19. Какой фазовый портрет у брюсселятора?
20. Какие численные методы используются при построении фазовых портретов?

***Вопросы для проверки остаточных знаний***

1. При каких условиях численность популяции в нелинейной модели стремится к периодической?
2. Что такое бифуркация удвоения периода?
3. При каком значении параметра порядок сменяется хаосом?
4. В чем состоит закон универсальности?

5. Каков смысл констант Фейгенбаума?
6. Что такое самоподобие ?
7. Что изображают на бифуркационной диаграмме?
8. Что называется точкой покоя непрерывной динамической системы?
9. Что называется циклом непрерывной динамической системы?
10. Как искать точку покоя непрерывной динамической системы?
11. Как искать цикл непрерывной динамической системы?
12. Дать определение устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы
13. Дать определение асимптотической устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы
14. Дать определение экспоненциальной устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы
15. Критерий устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы .
16. Критерий асимптотической устойчивости точки покоя непрерывной динамической системы.
17. Дать определение устойчивости цикла непрерывной динамической системы.
18. Дать определение асимптотической устойчивости цикла непрерывной динамической системы.
19. Дать определение экспоненциальной устойчивости цикла непрерывной динамической системы.

### **Вопросы к экзамену**

1. Принцип причинности.
2. Механическое движение.
3. Уравнения Ньютона.
4. Детерминизм Ньютона – Лапласа.
5. Неустойчивость движения динамических систем.
6. Стохастическая динамика.
7. Горизонт предсказуемости.
8. Состояние системы.
9. Фазовое пространство системы.
10. Динамика системы (динамическая группа/полугруппа).
11. Системы с дискретным временем.
12. Динамическая группа.
13. Динамика, порожденная итерациями отображения фазового пространства.
14. Фазовая траектория.
15. Неподвижная точка.
16. Устойчивость неподвижной точки.
17. Периодическая траектория.
18. Аттрактор.
19. Показатель Ляпунова для систем с одномерным фазовым пространством  
Итерации линейного отображения.
20. Неподвижная точка и ее устойчивость.
21. Показатель Ляпунова для линейной системы.
22. Информация и показатель Ляпунова.
23. Итерации кусочно-линейного отображения отрезка.

24. Непрерывное семейство кусочно-линейных отображений.
25. Режим устойчивой неподвижной точки.
26. Бифуркация.
27. Режим неустойчивости неподвижных точек.
28. Показатель Ляпунова.
29. Картина бифуркаций.
30. Хаотический режим.
31. Семейство квадратичных отображений единичного отрезка.
32. Итерации квадратичного отображения.
33. Режим устойчивой неподвижной точки.
34. Возникновение периодической траектории.
35. Бифуркации удвоения периода.
36. Последовательность бифуркаций удвоения периода цикла.
37. Возникновение режима хаотического движения.
38. Универсальные коэффициенты Фейгенбаума.
39. Окна периодичности в хаотическом режиме.
40. Конфигурация системы.
41. Конфигурационное пространство механической системы.
42. Уравнения траекторий в конфигурационном пространстве.
43. Теорема Коши для уравнений движения в конфигурационном пространстве.
44. Фазовое пространство механической системы.
45. Фазовый поток.
46. Фазовый портрет динамической системы.
47. Гамильтонова форма уравнений движения механической системы.
48. Консервативность гамильтоновых систем.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины: основная литература, дополнительная литература: программное обеспечение и Интернет-ресурсы следует привести в табличной форме .

**Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)**

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и Интернет ресурсы	Авторы	Издат и год издания	Кол-во изданий	
					В библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6	7
<b>І . О С Н О В Н А Я</b>						
1	Лб,лк,срс	Компьютерное моделирование	Боев В.Д., Сыпченко Р.П.	Интернет-Университет Информационных Технологий, 2010 г.	-	1
2	Лб, ЛК, срс	Моделирование систем.Инструментальные средства GPSS World. [ibooks.ru]	Боев В.Д.	СПб.: БХВ-Петербург, 2010	-	-
3	Лб, срс	Моделирование систем: учебно-практическое пособие	Афонин В.В., Федосин С.А.	Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. 2011 г.	-	1
<b>ІІ . Д О П О Л Н И Т Е Л Ь Н А Я</b>						
4	Лб, срс	Основы стохастической	Ширяев А.Н.	Модели. М.: Фазис, 1998	40	1



		финансовой математики				
5	Лб, ср с	Детерминированный хаос. Введение	Шустер Г.	М.: Мир, 1988.	20	1
<b>III. М Е Т О Д И Ч Е С К И Е Р А З Р А Б О Т К И</b>						
6	Лб, срс	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Динамические модели»	Печатн.	Махачкала, ДГТУ, 2013.	24/12	Пиняскин В.В. Денгаев А.М.
7	Лб, срс	Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Динамические модели»	Печатн.	Махачкала, ДГТУ, 2014.	24/12	Пиняскин В.В. Денгаев А.М.
8	Лб, срс	Курс лекций по дисциплине «Динамические модели»	Печатн.	Махачкала, ДГТУ, 2014	69/35	Пиняскин В.В. Канаев М.М.
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗДАНИЯ</b>						
9	Лб, срс	Непрерывные и дискретные нелинейные модели динамических систем : монография.	Ю.А. Бычков, Е.Б. Соловьева, С.В. Щербаков.	— Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с.	ЭБС «Лань» : <a href="https://e.lanbook.com/book/112676">https://e.lanbook.com/book/112676</a>	
10	Лб, срс	Моделирование сигналов и систем. Дифференциальные, дискретные и цифровые модели динамических систем : учебное пособие	Трухин, М.П.	— Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 228 с.	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/121487">https://e.lanbook.com/book/121487</a>	
11	Лб, срс	Математические модели динамических систем запаздыванием: учебное пособие	Ю.Ф. Долгий, П.Г. Сурков.	- Екатеринбург : УрФУ, 2012. — 122 с.	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/98299">https://e.lanbook.com/book/98299</a>	

Зав. библиотекой \_\_\_\_\_

Адрес	Интернет ресурс
<a href="http://site.ebrary.com/lib/mrsu">http://site.ebrary.com/lib/mrsu</a>	Электронная библиотека ebrary's Academic Complete
<a href="http://www.oecdilibrary.org/oecd/">http://www.oecdilibrary.org/oecd/</a>	Электронная библиотека OECD iLibrary
<a href="http://www.cir.ru">http://www.cir.ru</a>	Университетская информационная система РОССИЯ
<a href="http://www.infomag.ru:8080">http://www.infomag.ru:8080</a>	Служба ИНФОМАГ
<a href="http://www.edulib.ru">http://www.edulib.ru</a>	Центральная библиотека образовательных ресурсов (ЦБОР)
<a href="http://www.csrs.ru/gost/gost.htm">http://www.csrs.ru/gost/gost.htm</a>	Online доступ к государственным стандартам
<a href="http://www.inion.ru/product/db.htm">http://www.inion.ru/product/db.htm</a>	Базы данных ИНИОН
<a href="http://iinwww.ira.uka.de/bibliography/">http://iinwww.ira.uka.de/bibliography/</a>	Библиографическая база данных по информатике

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, локальная сеть с доступом в Интернет, проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению профилю подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика, «Системное программирование и компьютерные технологии».

Рецензент от выпускающей кафедры по направлению 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

  
Подпись,

Мирземагомедова М.М.  
ФИО