

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 15 » февраля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Непрерывные математические модели  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 01.04.02 Прикладная математика и информатика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Математическая кибернетика  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Приобретение знаний, умений, навыков по непрерывным математическим моделям для их применения при решении реальных задач в будущей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний по моделированию непрерывных математических моделей;
- формирование знаний о построении современных моделей прикладной математики и математической кибернетики;
- формирование умений изучения факторов, порождающих необходимость модификации классических моделей прикладной математики и математической кибернетики;
- приобретение навыков по изучению современных моделей развития научных и прикладных достижений прикладной математики и математической кибернетики в областях непрерывных математических моделей.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

непрерывные математические модели микроэкономики; непрерывные математические модели макроэкономики

### 1.3. Входные требования

Предварительные знания в объеме бакалаврской программы по этой или смежной тематике.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-1ОПК-3.	Знает главные принципы моделирования реальных объектов и методы их анализа; связи между математическими свойствами моделей и их реализаций для соответствующих принципов оптимальности.	Знает особенности применения методов математического моделирования, а также методов вычислительной математики при решении научных и прикладных задач.	Тест
ОПК-3	ИД-21ОПК-0	Умеет оценивать перспективность модели; использовать методы повышения эффективности искомого решения.	Умеет создавать математические модели и использовать их в научной и познавательной деятельности, обосновывать применение методов вычислительной математики в научной и познавательной деятельности.	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-31ОПК-0	Владеет простейшими приемами нахождения показателей эффективности моделей; методами решения практических задач по поиску эффективных решений.	Владеет навыками профессиональными навыками создания и использования в научной и познавательной деятельности математических моделей, а также методов вычислительной математики	Дифференцированный зачет
ПКО-1	ИД-1ПКО-01	Знает основные понятия в области прикладной математики и математической кибернетики; методы моделирования реальных процессов.	Знает методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	Тест
ПКО-1	ИД-2ПКО-01	Умеет определять тип модели по структурной схеме; выбирать необходимые методы моделирования; определять адекватность модели реальному процессу.	Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Индивидуальное задание
ПКО-1	ИД-3ПКО-01	Владеет навыками принятия решения по выбору модели измеряемых целей; навыками общения-опроса, позволяющих идентифицировать модели реальных объектов.	Владеет навыками осуществления разработки планов и методических программ проведения	Дифференцированный зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)			
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Производственные функции.	0	0	3	12
Производственные функции. Аксиомы производственных функций. Примеры ПФ. Числовые характеристики. Экономические показатели на примере в случае двухфакторной ПФ. Изокванты. Изоклинали.				
Линейные модели динамики.	0	0	3	12
Линейные модели динамики. Две динамические модели Багриновского развития предприятия. Динамические непрерывные модели Вальраса-Эванса-Самуэльсона рынка одного товара. Динамическая непрерывная модель ВЭС рынка одного товара с учетом зависимости скорости изменения цены товара от отклонения его текущего запаса от фиксированного запаса. Динамические модели макроэкономики. Модель Харрода-Домара.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Линейная односекторная и двухсекторная модели динамики.	0	0	3	12
Линейная односекторная модель динамики ВВП. Линейная двухсекторная модель динамики ВВП.				
Модели Филлипса.	0	0	3	12
Линейная и нелинейная модель Филлипса динамики ВВП, ЧВП, капитала и инвестиций.				
Модели Гудвина.	0	0	4	12
Линейная и нелинейная модель Гудвина динамики ВВП, ЧВП, капитала и инвестиций.				
Односекторная динамическая нелинейная модель Рамсея-Солоу-Свена.	0	0	4	12
Односекторная динамическая нелинейная модель ВВП Рамсея-Солоу-Свена. Примеры: ПФ Кобба – Дугласа, ПФ с постоянной эластичностью замещения (ПФПЭЗ), ПФ с постоянными пропорциями (ПФПП) (ПФ Леонтьева), линейная ПФ. Исследование модели Рамсея-Солоу-Свена. Качественное поведение траекторий модели в случае единственной стационарной точки.				
Задача оптимизации удельного потребления в модели РСС.	0	0	4	12
Задача оптимизации удельного потребления в модели РСС. «Золотое правило накопления» Фелпса. Задача Шелла.				
Модель РСС с учетом запаздывания фондообразования.	0	0	4	12
Модель РСС с учетом запаздывания фондообразования. «Золотое правило накопления» Фелпса в модели с учетом запаздывания фондообразования				
Двухсекторная динамическая нелинейная модель.	0	0	4	12
Двухсекторная динамическая нелинейная модель.				
ИТОГО по 2-му семестру	0	0	32	108
ИТОГО по дисциплине	0	0	32	108

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Производственные функции. Аксиомы.
2	Линейные модели динамики.
3	Линейная односекторная и двухсекторная модели динамики.
4	Модели Филлипса.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
5	Модели Гудвина.
6	Односекторная динамическая нелинейная модель Рамсея-Солоу-Свена
7	Задача оптимизации удельного потребления в модели РСС.
8	Модель РСС с учетом запаздывания фондообразования.
9	Двухсекторная динамическая нелинейная модель.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на занятиях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на занятии.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Батищева С. Э. Экономико-математическое моделирование. Моделирование микроэкономических процессов и систем : учебное пособие для студентов / С. Э. Батищева, Э. Д. Каданэр, П.М. Симонов. - Пермь: Изд-во ПГНИУ, 2012.	5
2	Колемаев В.А. Математическая экономика : учеб. для вузов / В.А.Колемаев. - М.: ЮНИТИ, 2005.	15
3	Хачатрян Н. К. Математическое моделирование экономических систем : учебное пособие / Н. К. Хачатрян. - М.: Экзамен, 2008.	5

<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Тарасевич Л. С. Макроэкономика : учебник для вузов / Л. С. Тарасевич, П. И. Гребенников, А. И. Леусский. - М.: Высш. образование, 2008.	20
2	Тарасевич Л. С. Микроэкономика : учебник для студентов высших учебных заведений / Л. С. Тарасевич, П. И. Гребенников, А. И. Леусский. - Москва: Юрайт, 2011.	11
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Алексеенко, В. Б. Математические модели в экономике : учебное пособие / В. Б. Алексеенко, Ю. С. Коршунов, В. А. Красавина. — М. : Российский университет дружбы народов, 2013. — 80 с. — ISBN 978-5-209-04814-5.	URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/22160.html">http://www.iprbookshop.ru/22160.html</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Семёнов, А. Г. Математические модели в экономике : учебное пособие / А. Г. Семёнов, И. А. Печерских. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. — 187 с. — ISBN 978-5-89289-686-3.	URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14374.html">http://www.iprbookshop.ru/14374.html</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	ноутбук MSI X-Slim X370	1
Практическое занятие	переносной проектор Epson MultiMedia Projector EB-X92	1
Практическое занятие	стол преподавателя	1
Практическое занятие	Столы письменные	16
Практическое занятие	экран на треноге ScreenMedia Apollo T 200x200 MW	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------



**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по индивидуальным заданиям и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

**Таблица 1.1.** Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ИЗ	Т/КР		Диф.зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> знать главные принципы моделирования реальных объектов и методы их анализа; связи между математическими свойствами моделей и их реализаций для соответствующих принципов оптимальности.	С	ТО				ТВ
<b>3.2</b> знать основные понятия в области прикладной математики и математической кибернетики; методы моделирования реальных процессов.	С	ТО				ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь оценивать перспективность модели; использовать методы повышения эффективности искомого решения.			ИЗ			ПЗ
<b>У.2</b> уметь определять тип модели по структурной схеме; выбирать необходимые методы моделирования; определять адекватность модели реальному процессу.			ИЗ			ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть простейшими приемами нахождения показателей эффективности моделей; методами решения практических задач по поиску эффективных решений.			ИЗ			ПЗ
<b>В.2</b> владеть навыками принятия решения по выбору модели измеряемых целей; навыками общения опроса, позволяющих идентифицировать модели реальных объектов.			ИЗ			ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ – индивидуальное задание; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования

– программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

– входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

– текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

– промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

– межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

– контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты индивидуальных заданий (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита индивидуальных заданий**

Защита индивидуальной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы

#### **Типовые задания ИЗ 1:**

##### **Задание 1.**

Найти функцию капиталовооруженности  $f(k)$  и представить ПФ в виде  $F(K, L) = L^m f(k)$ .

##### **Задание 2.**

Модель Харрода-Домара динамики чистого внутреннего продукта (ЧВП). Записать исходное уравнение модели, решить его и построить график решения.

##### **Задание 3.**

После завершения строительства и единовременного ввода основных производственных фондов на сумму  $x$  млн. руб. ежегодные амортизационные отчисления осуществляют от остаточной стоимости по норме  $n$ . По заданным значениям параметров, выполнить следующее:

а) составьте модель объекта «ввод производственных фондов – амортизационные отчисления» в виде передаточной функции и дифференциального уравнения;

б) определите амортизационный лаг основных производственных фондов (ОПФ);

в) отразите экзогенный процесс и реакцию объекта в форме оригиналов и изображений;

г) начертите графики экзогенного процесса и реакции, укажите на графике величину остаточной стоимости основных производственных фондов;

д) вычислите через сколько лет остаточная стоимость снизится до  $m$  от начальной.

### Типовые задания ИЗ 2:

#### Задание 1.

Рассмотрите модель РСС для случая, когда выпуск задается ПФ

$$F(K,L) = a_1 K^{\alpha_1} L^{\beta_1} + a_2 K^{\alpha_2} L^{\beta_2}, \quad a_1, a_2 > 0, \quad 0 < \alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2 < 1, \quad \alpha_1 \neq \alpha_2, \beta_1 \neq \beta_2, \\ \alpha_1 + \beta_1 = 1, \quad \alpha_2 + \beta_2 = 1.$$

Проверьте соответствие ПФ свойствам неоклассической ПФ (проверить аксиомы 1-4). Запишите основное дифференциальное уравнение модели РСС. Изобразите графически функцию  $f(k)$  зависимости производительности труда от фондовооруженности.

#### Задание 2.

Рассмотрите модель РСС с производственной функцией (ПФ)  $f(k)=k^{0,5}$ , где  $k$  – фондовооруженность труда, а  $f(k)$  – выпуск на одного рабочего. Пусть норма сбережения составляет  $A$  %, темп роста населения равен  $B$  %, а норма амортизации  $C$  %. Найдите стационарную фондовооруженность труда, ставку заработной платы и выпуск.

#### Задание 3.

Модель РСС динамики валового внутреннего продукта (ВВП). Записать исходное уравнение модели в абсолютных и относительных показателях. Найти стационарную траекторию при  $s = 0,2$ . Найти оптимальную норму сбережения для ПФ ВВП.

### 2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех индивидуальных работ и положительная интегральная оценка по результатам

текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Производственные функции. Аксиомы. Числовые характеристики.
2. Линейные и нелинейные модели Гудвина и Филлипса.
3. Односекторная динамическая нелинейная модель Рамсея-Солоу-Свена.
4. Задача оптимизации удельного потребления в модели РСС. Золотое правило накопления Фелпса.

###### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Найти функцию капиталовооруженности  $f(k)$  и представить ПФ в виде  $F(K, L) = L^m f(k)$  для функции  $F(K, L) = 2K + 3L$ .
2. Модель Харрода-Домара динамики чистого внутреннего продукта (ЧВП). Записать исходное уравнение модели, решить его и построить график решения, если  $s = 0,5$ ,  $\rho = 0,5$ ,  $Y(0) = 12$ ,  $A(t) = 0$ .
3. Рассмотрите модель РСС для случая, когда выпуск задается ПФ  $F(K, L) = a_1 K^{\alpha_1} L^{\beta_1} + a_2 K^{\alpha_2} L^{\beta_2}$ ,  $a_1, a_2 > 0$ ,  $0 < \alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2 < 1$ ,  $\alpha_1 \neq \alpha_2$ ,  $\beta_1 \neq \beta_2$ ,  $\alpha_1 + \beta_1 = 1$ ,  $\alpha_2 + \beta_2 = 1$ .

Проверьте соответствие ПФ свойствам неоклассической ПФ (проверить аксиомы 1-4). Запишите основное дифференциальное уравнение модели РСС. Изобразите графически функцию  $f(k)$  зависимости производительности труда от фондовооруженности.

### Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. После завершения строительства и одновременного ввода основных производственных фондов на сумму  $x$  млн. руб. ежегодные амортизационные отчисления осуществляют от остаточной стоимости по норме  $n$ . По заданным значениям параметров, выполнить следующее:

а) составьте модель объекта «ввод производственных фондов – амортизационные отчисления» в виде передаточной функции и дифференциального уравнения;

б) определите амортизационный лаг основных производственных фондов (ОПФ);

в) отразите экзогенный процесс и реакцию объекта в форме оригиналов и изображений;

г) начертите графики экзогенного процесса и реакции, укажите на графике величину остаточной стоимости основных производственных фондов;

д) вычислите через сколько лет остаточная стоимость снизится до  $m$  от начальной.

2. Рассмотрите модель РСС с производственной функцией (ПФ)  $f(k)=k^{0.5}$ , где  $k$  – фондовооруженность труда, а  $f(k)$  – выпуск на одного рабочего. Пусть норма сбережения составляет 30%, темп роста населения равен 1%, а норма амортизации 2%. Найдите стационарную фондовооруженность труда, ставку заработной платы и выпуск.

3. Модель РСС динамики валового внутреннего продукта (ВВП). Записать исходное уравнение модели в абсолютных и относительных показателях. Найти стационарную траекторию при  $s=0,2$ . Найти оптимальную норму сбережения для ПФ ВВП, если  $F(K,L) = K^{0,25} L^{0,75}$ ,  $L(t) = 100e^{0,1t}$ ,  $\mu=0,1$ .

#### 2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифференцированного зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

#### 3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам

промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.