



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра алгебраических и информационных систем



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.02 Функциональное программирование**

|                                                           |                                                   |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Направление подготовки                                    | 09.03.03 Прикладная информатика                   |
| Направленность (профиль) подготовки информационных систем | Проектирование и разработка информационных систем |
| Квалификация выпускника                                   | бакалавр                                          |
| Форма обучения                                            | очная                                             |

Иркутск 2026 г.

## **I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Цели:** Сформировать у студентов систематизированные знания, умения и навыки в области функциональной парадигмы программирования, научить применять её принципы для создания корректных, модульных, тестируемых и сопровождаемых программ, а также развить абстрактное мышление, необходимое для анализа и формализации сложных задач.

### **Задачи:**

- Изучить фундаментальные концепции и принципы функционального программирования (чистота функций, иммутабельность, функции высшего порядка);
- Освоить основные абстракции и паттерны ФП (каррирование, композиция, алгебраические типы данных, функторы, монады) на практических примерах;
- Сформировать навык декомпозиции задач и проектирования архитектуры приложений в функциональном стиле;
- Научить применять функциональные подходы для обработки данных, управления состоянием и побочными эффектами в программных проектах;
- Развить умение анализировать и сравнивать императивный, объектно-ориентированный и функциональный подходы к решению типовых задач.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Функциональное программирование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений «Блок 1. Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Функциональное программирование» знакомит студентов с альтернативной императивной и объектно-ориентированной парадигмой разработки программного обеспечения. В ходе курса рассматриваются теоретические основы (лямбда-исчисление), базовые принципы (чистые функции, неизменяемость данных) и продвинутые концепции (монады, линзы), реализуемые на практике с использованием современных языков программирования, поддерживающих ФП (таких как Haskell, Scala или расширений в JavaScript/TypeScript).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Основы алгоритмизации;
- Языки программирования;
- Программирование.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика;
- Адаптивные информационные технологии;
- Инженерия требований.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

| Компетенция                                                        | Индикаторы компетенций                                                                                       | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-1</b><br>Способен разрабатывать и отлаживать программный код | <b>ПК-1.1</b><br>Выполняет формализацию и алгоритмизацию поставленных задач для разработки программного кода | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать: принципы декомпозиции задачи на чистые, детерминированные функции; основы лямбда-исчисления как формальной модели вычислений</li> <li>• Уметь: переводить неформальное описание задачи в систему типов и чистых функций; строить схемы композиции функций для решения задачи</li> <li>• Владеть: навыком формализации бизнес-правил с использованием алгебраических типов данных и pattern matching</li> </ul>           |
|                                                                    | <b>ПК-1.2</b><br>Разрабатывает программный код с использованием языков программирования                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать: синтаксис и идиомы выбранного для изучения функционального языка (напр., Haskell, F#, Scala); концепции каррирования и частичного применения</li> <li>• Уметь: писать чистые функции, использовать функции высшего порядка (map, filter, fold), работать с рекурсией и иммутабельными структурами данных</li> <li>• Владеть: навыком разработки программ путем композиции небольших, переиспользуемых функций</li> </ul> |
|                                                                    | <b>ПК-1.5</b><br>Проверяет и отлаживает программный код                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать: свойства чистых функций, облегчающие тестирование; методы отладки цепочек функциональных преобразований</li> <li>• Уметь: применять property-based тестирование (напр., с помощью QuickCheck); использовать отладку через эквивалентные преобразования и проверку типов</li> <li>• Владеть: навыком локализации ошибок в конвейерах обработки данных с помощью пошаговой оценки выражений</li> </ul>                     |

| Компетенция                                                                                               | Индикаторы компетенций                                                                                                      | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-2</b><br>Способен проверять работоспособность и проводить рефакторинг кода программного обеспечения | <b>ПК-2.1</b><br>Разрабатывает тестовые наборы данных для проверки работоспособности компьютерного программного обеспечения | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать: подходы к генерации тестовых данных в функциональном стиле (от простых значений до случайных с помощью Arbitrary)</li> <li>• Уметь: формулировать свойства (properties) программ для property-based тестирования; создавать генераторы для пользовательских алгебраических типов</li> <li>• Владеть: навыком автоматической генерации комплексных тестовых сценариев, покрывающих граничные случаи</li> </ul>                 |
|                                                                                                           | <b>ПК-2.2</b><br>Проверяет работоспособность компьютерного программного обеспечения                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать: инструменты тестовых фреймворков для функциональных языков (HUnit, HSpec для Haskell; ScalaTest)</li> <li>• Уметь: писать модульные и интеграционные тесты для чистых функций; проводить рефакторинг кода, опираясь на гарантии, даваемые системой типов и тестами</li> <li>• Владеть: навыком использования формальных свойств функций (законов функторов, монад) для проверки корректности реализаций абстракций</li> </ul> |

| Компетенция                                                                                                                                                                               | Индикаторы компетенций                                                                                                                     | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>УК-2</b><br>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | <b>УК-2.1</b><br>Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать: методологии декомпозиции сложной цели на подзадачи в функциональной парадигме (например, выделение чистого ядра и эффектов)</li> <li>• Уметь: разбивать задачу разработки функционального модуля на этапы: проектирование типов, реализация чистых преобразований, изоляция побочных эффектов</li> <li>• Владеть: навыком составления плана реализации в виде цепочки функциональных преобразований данных</li> </ul>                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | <b>УК-2.2</b><br>Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать: критерии выбора между различными функциональными абстракциями (использовать fold или явную рекурсию, Maybe или Either)</li> <li>• Уметь: оценивать сложность и производительность функциональных алгоритмов; выбирать подходы (ленивые/энергичные вычисления) в зависимости от контекста</li> <li>• Владеть: навыком принятия архитектурных решений (например, использование монад для управления эффектами) на основе анализа требований проекта и его ограничений</li> </ul> |

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 8 часов на контроль.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 66 часов самостоятельной работы.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и СРС, отведенного на них количества академических часов**

| п/п                                                          | Раздел дисциплины/темы                                                                    | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |                                    |              |           | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------|-----------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                              |                                                                                           |         | Контактная работа преподавателя с обучающимися                                           |                                    |              |           |                        |                                                                                     |
|                                                              |                                                                                           |         | Лекции                                                                                   | Семинарские (практические) занятия | Консультации |           |                        |                                                                                     |
| <b>Введение в парадигму ФП</b>                               |                                                                                           |         | <b>4</b>                                                                                 | <b>4</b>                           | <b>0</b>     | <b>14</b> |                        |                                                                                     |
| 1                                                            | Принципы ФП: чистые функции, иммутабельность, выражения. Сравнение с императивным стилем. | 5       | 2                                                                                        | 2                                  | 0            | 8         |                        |                                                                                     |
| 2                                                            | Функции высшего порядка, каррирование, композиция. Лямбда-функции.                        | 5       | 2                                                                                        | 2                                  | 0            | 6         |                        |                                                                                     |
| <b>Базовые абстракции и работа с данными</b>                 |                                                                                           |         | <b>4</b>                                                                                 | <b>4</b>                           | <b>0</b>     | <b>14</b> |                        |                                                                                     |
| 3                                                            | Рекурсия и хвостовая рекурсия. Паттерн сопоставления с образцом (Pattern Matching).       | 5       | 2                                                                                        | 2                                  | 0            | 6         |                        |                                                                                     |
| 4                                                            | Алгебраические типы данных (ADT). Неизменяемые коллекции: map, filter, fold.              | 5       | 2                                                                                        | 2                                  | 0            | 8         |                        |                                                                                     |
| <b>Управление контекстом и эффектами</b>                     |                                                                                           |         | <b>4</b>                                                                                 | <b>4</b>                           | <b>0</b>     | <b>12</b> |                        |                                                                                     |
| 5                                                            | Обработка отсутствующих значений и ошибок: Option/Maybe, Result/Either.                   | 5       | 2                                                                                        | 2                                  | 0            | 6         |                        |                                                                                     |
| 6                                                            | Функторы и аппликативные функторы. Понятие монад (Maybe, Either, списки).                 | 5       | 2                                                                                        | 2                                  | 0            | 6         |                        |                                                                                     |
| <b>Проектирование и практика на языке (Haskell/F#/Scala)</b> |                                                                                           |         | <b>4</b>                                                                                 | <b>2</b>                           | <b>0</b>     | <b>16</b> |                        |                                                                                     |
| 7                                                            | Практикум на языке ФП (синтаксис, система типов, базовые библиотеки).                     | 5       | 2                                                                                        | 1                                  | 0            | 8         |                        |                                                                                     |

|                                                                                         |                                                                          |   |           |           |          |           |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---|-----------|-----------|----------|-----------|----------------|
| 8                                                                                       | Тестирование в ФП: property-based тестирование (QuickCheck).             | 5 | 2         | 1         | 0        | 8         |                |
| <b>Архитектура приложений в ФП.<br/>Функциональное ядро,<br/>императивная оболочка.</b> |                                                                          |   | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>0</b> | <b>10</b> |                |
| 9                                                                                       | Архитектура приложений в ФП. Функциональное ядро, императивная оболочка. | 5 | 2         | 2         | 0        | 10        |                |
| <b>Итого за 5 семестр</b>                                                               |                                                                          |   | <b>18</b> | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>66</b> | <b>Зач (8)</b> |
| <b>Итого часов</b>                                                                      |                                                                          |   | <b>18</b> | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>66</b> |                |

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Се-<br>местр | Название раздела,<br>темы                                                                                   | Самостоятельная работа обучающихся                                                                                                                                         |                                                                  |                                                                                         | Оце-<br>ночно<br>е сред-<br>ство | Учебно-<br>методи-<br>ческое<br>обеспе-<br>чение<br>само-<br>стоя-<br>тельной<br>работы |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                                                                             | Вид самостоятельной<br>работы                                                                                                                                              | Сроки<br>выпол-<br>нения                                         | Зат-<br>раты<br>вре-<br>мени<br>, час.<br>(из<br>них с<br>при-<br>мене-<br>нием<br>ДОТ) |                                  |                                                                                         |
| 5            | Принципы ФП:<br>чистые функции,<br>иммутабельность,<br>выражения.<br>Сравнение с<br>императивным<br>стилем. | Для овладения знаниями: чтение учебной литературы<br><br>Для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекций<br><br>Для формирования умений: решение задач | Соглас<br>н о<br>срокам<br>дедлай<br>н о в в<br>ИОС<br>DOMI<br>C | 8 (8)                                                                                   | Тест,<br>Пз                      | УМО<br>расположе<br>н о в ИОС<br>DOMIC<br>на<br>странице<br>курса                       |
| 5            | Функции<br>высшего порядка,<br>каррирование,<br>композиция.<br>Лямбда-функции.                              | Для овладения знаниями: чтение учебной литературы<br><br>Для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекций<br><br>Для формирования умений: решение задач | Соглас<br>н о<br>срокам<br>дедлай<br>н о в в<br>ИОС<br>DOMI<br>C | 6 (6)                                                                                   | Тест,<br>Пз                      | УМО<br>расположе<br>н о в ИОС<br>DOMIC<br>на<br>странице<br>курса                       |

|   |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        |                                       |       |          |                                               |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------|----------|-----------------------------------------------|
| 5 | Рекурсия и хвостовая рекурсия. Паттерн сопоставления с образцом (Pattern Matching). | <p><b>Для овладения знаниями:</b> чтение учебной литературы</p> <p><b>Для закрепления и систематизации знаний:</b> работа с конспектом лекций</p> <p><b>Для формирования умений:</b> решение задач</p> | Согласно срокам дедлайнов в ИОС ДОМІС | 6 (6) | Тест, Пз | УМО расположено в ИОС ДОМІС на странице курса |
| 5 | Алгебраические типы данных (ADT). Неизменяемые коллекции: map, filter, fold.        | <p><b>Для овладения знаниями:</b> чтение учебной литературы</p> <p><b>Для закрепления и систематизации знаний:</b> работа с конспектом лекций</p> <p><b>Для формирования умений:</b> решение задач</p> | Согласно срокам дедлайнов в ИОС ДОМІС | 8 (8) | Тест, Пз | УМО расположено в ИОС ДОМІС на странице курса |
| 5 | Обработка отсутствующих значений и ошибок: Option/Maybe, Result/Either.             | <p><b>Для овладения знаниями:</b> чтение учебной литературы</p> <p><b>Для закрепления и систематизации знаний:</b> работа с конспектом лекций</p> <p><b>Для формирования умений:</b> решение задач</p> | Согласно срокам дедлайнов в ИОС ДОМІС | 6 (6) | Тест, Пз | УМО расположено в ИОС ДОМІС на странице курса |
| 5 | Функторы и аппликативные функторы. Понятие монад (Maybe, Either, списки).           | <p><b>Для овладения знаниями:</b> чтение учебной литературы</p> <p><b>Для закрепления и систематизации знаний:</b> работа с конспектом лекций</p> <p><b>Для формирования умений:</b> решение задач</p> | Согласно срокам дедлайнов в ИОС ДОМІС | 6 (6) | Тест, Пз | УМО расположено в ИОС ДОМІС на странице курса |
| 5 | Практикум на языке ФП (синтаксис, система типов, базовые библиотеки).               | <p><b>Для овладения знаниями:</b> чтение учебной литературы</p> <p><b>Для закрепления и систематизации знаний:</b> работа с конспектом лекций</p> <p><b>Для формирования умений:</b> решение задач</p> | Согласно срокам дедлайнов в ИОС ДОМІС | 8 (8) | Тест, Пз | УМО расположено в ИОС ДОМІС на странице курса |

|                                                                                                                                    |                                                                          |                                                                                                                                                                                   |                                        |           |          |                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------|----------|------------------------------------------------|
| 5                                                                                                                                  | Тестирование в ФП: property-based тестирование (QuickCheck).             | <p>Для овладения знаниями: чтение учебной литературы</p> <p>Для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекций</p> <p>Для формирования умений: решение задач</p> | Согласно срокам дедлайнов в ИОС DOMICS | 8 (8)     | Тест, Пз | УМО расположено в ИОС DOMICS на странице курса |
| 5                                                                                                                                  | Архитектура приложений в ФП. Функциональное ядро, императивная оболочка. | <p>Для овладения знаниями: чтение учебной литературы</p> <p>Для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекций</p> <p>Для формирования умений: решение задач</p> | Согласно срокам дедлайнов в ИОС DOMICS | 10 (10)   | Тест, Пз | УМО расположено в ИОС DOMICS на странице курса |
| <b>Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)</b>                                                               |                                                                          |                                                                                                                                                                                   |                                        | <b>66</b> |          |                                                |
| <b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)</b> |                                                                          |                                                                                                                                                                                   |                                        | <b>66</b> |          |                                                |
| <b>Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)</b>                           |                                                                          |                                                                                                                                                                                   |                                        | <b>66</b> |          |                                                |

#### 4.3 Содержание учебного материала

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Трудоемкость дисциплины (з.е.)           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Наименование основных разделов (модулей) | <p>Введение в парадигму ФП</p> <p>Базовые абстракции и работа с данными</p> <p>Управление контекстом и эффектами</p> <p>Проектирование и практика на языке (Haskell/F#/Scala)</p> <p>Архитектура приложений в ФП. Функциональное ядро, императивная оболочка.</p> |
| Формы текущего контроля                  | Тест, лабораторная работа, практическое задание                                                                                                                                                                                                                   |
| Форма промежуточной аттестации           | Зачет                                                                                                                                                                                                                                                             |

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

| № п/п | № раздела и темы дисциплины (модуля) | Наименование семинаров, практических и лабораторных работ | Трудоемкость, час. (из них электронные часы) | Оценочные средства | Формируемые компетенции                                |
|-------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|
| 1     | 1                                    | Рефакторинг императивного кода                            | 2 (0)                                        | Тест, ЛР           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |
| 2     | 2                                    | Мастер функций высшего порядка                            | 2 (0)                                        | Тест, ЛР           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |
| 3     | 3                                    | Рекурсивные обходы                                        | 2 (0)                                        | Тест, ЛР           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |
| 4     | 4                                    | Моделирование предметной области                          | 2 (0)                                        | Тест, ЛР           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |
| 5     | 5                                    | Безопасные вычисления                                     | 2 (0)                                        | Тест, ЛР           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |
| 6     | 6                                    | Путешествие по контекстам                                 | 2 (0)                                        | Тест, ЛР           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |
| 7     | 7                                    | Функциональный коддинг                                    | 1 (0)                                        | Тест, ЛР           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |
| 8     | 8                                    | Доказательство через тестирование                         | 1 (0)                                        | Тест, ЛР           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |
| 9     | 9                                    | Разбор архитектуры                                        | 2 (0)                                        | Тест, ЛР           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

| №<br>п/п | Тема                                                                                      | Задание                                                 | Формируемая<br>компетенция | ИДК                                                                |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1        | Принципы ФП: чистые функции, иммутабельность, выражения. Сравнение с императивным стилем. | Принципы ФП: чистые функции, иммутабельность, выражения | ПК-1, ПК-2,<br>УК-2        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.5<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>УК-2.1<br>УК-2.2 |
| 2        | Функции высшего порядка, каррирование, композиция. Лямбда-функции.                        | Функции высшего порядка, каррирование, композиция       | ПК-1, ПК-2,<br>УК-2        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.5<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>УК-2.1<br>УК-2.2 |
| 3        | Рекурсия и хвостовая рекурсия. Паттерн сопоставления с образцом (Pattern Matching).       | Рекурсия и хвостовая рекурсия. Сопоставление с образцом | ПК-1, ПК-2,<br>УК-2        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.5<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>УК-2.1<br>УК-2.2 |
| 4        | Алгебраические типы данных (ADT). Неизменяемые коллекции: map, filter, fold.              | Алгебраические типы данных (ADT) и работа с коллекциями | ПК-1, ПК-2,<br>УК-2        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.5<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>УК-2.1<br>УК-2.2 |
| 5        | Обработка отсутствующих значений и ошибок: Option/Maybe, Result/Either.                   | Управление контекстом и эффектами                       | ПК-1, ПК-2,<br>УК-2        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.5<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>УК-2.1<br>УК-2.2 |
| 6        | Функторы и аппликативные функторы. Понятие монад (Maybe, Either, списки).                 | Функторы и монады                                       | ПК-1, ПК-2,<br>УК-2        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.5<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>УК-2.1<br>УК-2.2 |

| №<br>п/п | Тема                                                                           | Задание                        | Формируемая<br>компетенция | ИДК                                                                |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 7        | Практикум на языке ФП<br>(синтаксис, система типов,<br>базовые библиотеки).    | Практикум на языке ФП          | ПК-1, ПК-2,<br>УК-2        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.5<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>УК-2.1<br>УК-2.2 |
| 8        | Тестирование в ФП: property-<br>based тестирование<br>(QuickCheck).            | Property-based<br>тестирование | ПК-1, ПК-2,<br>УК-2        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.5<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>УК-2.1<br>УК-2.2 |
| 9        | Архитектура приложений в<br>ФП. Функциональное ядро,<br>императивная оболочка. | Архитектура<br>приложений в ФП | ПК-1, ПК-2,<br>УК-2        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.5<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>УК-2.1<br>УК-2.2 |

#### **4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего профессионального образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

**Подготовка к лекции.** Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к практическому занятию.** Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к контрольной работе.** Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

**Подготовка к экзамену.** Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к

экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

### **Формы внеаудиторной самостоятельной работы**

**Составление глоссария** Цель самостоятельной работы: повысить уровень информационный культуры; приобрести новые знания; отработать необходимые навыки в предметной области учебного курса. Глоссарий — словарь специализированных терминов и их определений. Статья глоссария — определение термина. Содержание задания: сбор и систематизация понятий или терминов, объединенных общей специфической тематикой, по одному либо нескольким источникам. Выполнение задания: 1) внимательно прочесть работу; 2) определить наиболее часто встречающиеся термины; 3) составить список терминов, объединенных общей тематикой; 4) расположить термины в алфавитном порядке; 5) составить статьи глоссария: — дать точную формулировку термина в именительном падеже; — объемно раскрыть смысл данного термина. Планируемые результаты самостоятельной работы: способность студентов решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

**Разработка проекта** (индивидуального, группового) Цель самостоятельной работы: развитие способности прогнозировать, проектировать, моделировать. Проект — «ограниченное во времени целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией». Выполнение задания: 1) диагностика ситуации (проблематизация, целеполагание, конкретизация цели, форматирование проекта); 2) проектирование (уточнение цели, функций, задач и плана работы; теоретическое моделирование методов и средств решения задач; детальная проработка этапов решения конкретных задач; пошаговое выполнение запланированных проектных действий; систематизация и обобщение полученных результатов, конструирование предполагаемого результата, пошаговое выполнение проектных действий); 3) рефлексия (выяснение соответствия полученного результата замыслу; определение качества полученного продукта; перспективы его развития и использования). Предполагаемые результаты самостоятельной работы: готовность студентов использовать знание современных проблем науки и образования при решении образовательных и профессиональных задач; готовность использовать индивидуальные креативные способности для оригинального решения исследовательских задач; — способность прогнозировать, проектировать, моделировать.

**Информационный поиск** Цель самостоятельной работы: развитие способности к проектированию и преобразованию учебных действий на основе различных видов информационного поиска. Информационный поиск — поиск неструктурированной документальной информации. Список современных задач информационного поиска: решение вопросов моделирования; классификация документов; фильтрация, классификация документов; проектирование архитектур поисковых систем и пользовательских интерфейсов; извлечение информации (аннотирование и реферирование документов); выбор информационно-поискового языка запроса в поисковых системах. Содержание задания по видам поиска: поиск библиографический — поиск необходимых сведений об источнике и установление его наличия в системе других источников. Ведется путем разыскания библиографической информации и библиографических пособий (информационных изданий); поиск самих информационных источников (документов и изданий), в которых есть или может содержаться нужная информация; — поиск фактических сведений, содержащихся

в литературе, книге (например, об исторических фактах и событиях, о биографических данных из жизни и деятельности писателя, ученого и т. п.). Выполнение задания:

- 1) определение области знаний;
- 2) выбор типа и источников данных;
- 3) сбор материалов, необходимых для наполнения информационной модели;
- 4) отбор наиболее полезной информации;
- 5) выбор метода обработки информации (классификация, кластеризация, регрессионный анализ и т.д.);
- 6) выбор алгоритма поиска закономерностей;
- 7) поиск закономерностей, формальных правил и структурных связей в собранной информации;
- 8) творческая интерпретация полученных результатов.

Планируемые результаты самостоятельной работы: — способность студентов решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; готовность использовать знание современных проблем науки и образования при решении образовательных и профессиональных задач.

**Разработка мультимедийной презентации** Цели самостоятельной работы (варианты): — освоение (закрепление, обобщение, систематизация) учебного материала; — обеспечение контроля качества знаний; — формирование специальных компетенций, обеспечивающих возможность работы с информационными технологиями; — становление общекультурных компетенций. Мультимедийная презентация — представление содержания учебного материала, учебной задачи с использованием мультимедийных технологий.

Выполнение задания:

1. Этап проектирования: — определение целей использования презентации; — сбор необходимого материала (тексты, рисунки, схемы и др.); — формирование структуры и логики подачи материала; — создание папки, в которую помещен собранный материал.

2. Этап конструирования: — выбор программы MS PowerPoint в меню компьютера; — определение дизайна слайдов; — наполнение слайдов собранной текстовой и наглядной информацией; — включение эффектов анимации и музыкального сопровождения (при необходимости); — установка режима показа слайдов (титульный слайд, включающий наименование кафедры, где выполнена работа, название презентации, город и год; содержательный — список слайдов презентации, сгруппированных по темам сообщения; заключительный слайд содержит выводы, пожелания, список литературы и пр.).

3. Этап моделирования — проверка и коррекция подготовленного материала, определение продолжительности его демонстрации.

Планируемые результаты самостоятельной работы: — повышение информационной культуры студентов и обеспечение их готовности к интеграции в современное информационное пространство; — способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; — способность к критическому восприятию, обобщению, анализу профессиональной информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; — способность применять современные методики и технологии организации и реализации

образовательного процесса на различных образовательных ступенях в различных образовательных учреждениях; — готовность использовать индивидуальные креативные способности для оригинального решения исследовательских задач.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

#### **4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

По данной дисциплине выполнение курсовых проектов (работ) не предусматривается.

### **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **а) основная литература**

1. Кудрявцев, К. Я. Функциональное программирование: конспект лекций [Электронный ресурс] / К. Я. Кудрявцев. - Электрон. текстовые дан. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2020. - 112 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-7262-2672-9 : Б. ц.

2. Абельсон, Харольд. Структура и интерпретация компьютерных программ [Электронный ресурс] : научное издание / Х. Абельсон, Д. Д. Сассман. - ЭВК. - М. : Добросвет ; М. : Университет, 2010. - 609 с. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 1 доступ. - ISBN 5-98227-708-4 : 90.00 р.

3. Городняя, Л. В. Основы функционального программирования [Электронный ресурс] / Л. В. Городняя. - 2-е изд. - Электрон. текстовые дан. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 246 с. - ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ. - Б. ц.

#### **б) дополнительная литература**

Нет.

#### **в) периодическая литература**

Нет.

#### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Нет.

В соответствии с п. 4.3.4. ФГОС ВО, обучающимся в течение всего периода обучения обеспечен неограниченный доступ (удаленный доступ) к электронно-библиотечным системам:

— Открытая электронная база ресурсов и исследований «Университетская информационная система РОССИЯ» [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru> бессрочный

— Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://нэб.рф>. бессрочный

— Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» [Электронный ресурс] : сайт. - Контракт № 148 от 23.12.2020 г. Акт от 24.12.2020 г. Срок действия по 31.12.2022 г. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

— ЭБС «Издательство Лань». Контракт № 04-Е-0346 от 12.11.2021 г. № 976 от 14.11.2021 г. Срок действия по 13.11.2022 г. – Режим доступа: <https://www.e.lanbook.com>

— ЭБС ЭЧЗ «Библиотех». Государственный контракт № 019 от 22.02.2011 г. ООО «Библиотех». Лицензионное соглашение к Государственному контракту № 019 от 22.02.2011. Срок действия: бессрочный. – Режим доступа: <https://isu.bibliotech.ru/>

— ЭБС «Руко́нт» ЦКБ «Би́бком». № 04-Е-0343 от 12.11.2021 г. Акт № 6К-5195 от 14.11.2021 г. Срок действия по 13.11.2022г. – Режим доступа: <http://rucont.ru>

— ЭБС «Айбу́кс.ру/ibooks.ru» ООО «Айбу́кс». Контракт № 04-Е-0344 от 12.11.2021 г.; Акт от 14.11.2021 г. Срок действия по 13.11.2022 г. – Режим доступа: <http://ibooks.ru>

— Электронно-библиотечная система «ЭБС Юрайт». ООО «Электронное издательство Юрайт». Контракт № 04-Е-0258 от 20.09.2021г. Контракт № 04-Е-0258 от 20.09.2021 г. Срок действия по 17.10. 2022 г. – Режим доступа: <https://urait.ru>

— УБД ИВИС. Контракт № 04-Е-0347 от 12.11.2021 г. Акт от 15.11.2021 г. Срок действия с 01.01.2022 по 31.12.2022 г. – Режим доступа: <http://dlib.eastview.com>

— Электронная библиотека ИД Гребенников. Контракт № 04-Е-0348 от 12.11.2021г.; Акт № 348 от 15.11.2021 г. Срок действия с 01.01.2022 по 31.12.2022 – Режим доступа: <http://grebennikon.ru>

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование**

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Специальные помещения:<br/>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля, промежуточной аттестации.</p> | <p>Аудитория оборудована специализированной учебной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории:</p> <p>Ноутбук(AserAspirev3-5516 (AMDA10-4600M 2300 МГц)) (1 штука) с неограниченным доступом к сети Интернет;<br/>Проектор Vivitek, экран ScreenVtdiaEcot- 3200*200MW 1:1, колонки, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины «Архитектурный подход к развитию предприятий и информационных систем».</p> <p>Учебная лаборатория: компьютеры для проведения практических работ (Системный блок AMDAthlon-64 X3 445 3100 МГц), Монитор LG F1742S (2 штуки), Монитор ViewSonic VA703b(24 штуки) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации; проектор Sony XGA VPLSX535, экран ScreenVtdiaEcot- 3200*200MW 1:1</p> | <p>ОС Windows: DreamSpark Premium, Договор № 03-016-14 от 30.10.2014</p> <p>Microsoft Office:<br/>0365ProPiusOpenStudents ShrdSvr ALNG subs VL NL I MthAcadmsStdnt w/Faculty (15000 лицензий)</p> <p>Kaspersky Endpoint Security длябизнеса- стандартный Russian Edition. 15002499 Node 1 year Educational License № 1B08-170221-054045-730-177</p> <p>BusinessStudio Лицензия № 7464 (бессрочно)</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Специальные помещения: компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской | Аудитория оборудована специализированной учебной мебелью, техническими средствами обучения: компьютеры (системный блок AMD Athlon 64 X2 DualCore 3600+ 1900 МГц (15 штук), Монитор LGFlatron L1742SE (14 штук), Монитор ViewSonic VG720) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. | <p>ОС Windows: DreamSpark Premium, Договор № 03-016-14 от 30.10.2014</p> <p>Microsoft Office: 0365ProPiusOpenStudents ShrdSvr ALNG subs VL NL I MthAcadmsStdnt w/Faculty (15000 лицензий</p> <p>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- стандартный Russian Edition. 15002499 Node 1 year Educational License № 1B08-170221-054045-730-177</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 6.2. Программное обеспечение

| № | Наименование Программного продукта | Кол-во                  | Обоснование для пользования ПО | Дата выдачи лицензии    | Срок действия права пользования |
|---|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1 | Microsoft Visual Studio            | Условия правообладателя | Условия правообладателя        | Условия правообладателя | Условия правообладателя         |
| 2 | Visual Studio Code                 | Условия правообладателя | распространяется бесплатно     | Условия правообладателя | Условия правообладателя         |

## 6.3. Технические и электронные средства

Методической системой преподавания предусмотрено использование технических и электронных средств обучения и контроля знаний студентов: мультимедийные презентации, фрагменты фильмов.

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы данной дисциплины используются различные образовательные технологии, в том числе электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Проблемное обучение | Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности учащихся по их разрешению, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, умениями, навыками, развиваются мыслительные способности |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разноуровневое обучение                   | У преподавателя появляется возможность помогать слабому, уделять внимание сильному, реализуется желание сильных учащихся быстрее и глубже продвигаться в образовании. Сильные учащиеся утверждают в своих способностях, слабые получают возможность испытывать учебный успех, повышается уровень мотивации ученья. |
| Проектные методы обучения                 | Работа по данной методике дает возможность развивать индивидуальные творческие способности учащихся, более осознанно подходить к профессиональному и социальному самоопределению                                                                                                                                   |
| Исследовательские методы в обучении       | Дает возможность учащимся самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения. Это важно для определения индивидуальной траектории развития каждого обучающегося                                                   |
| Лекционно-семинарско-зачетная система     | Данная система дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподносить его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке обучающихся                                                                                                                                              |
| Информационно-коммуникационные технологии | Изменение и неограниченное обогащение содержания образования, использование интегрированных курсов, доступ в ИНТЕРНЕТ.                                                                                                                                                                                             |

**Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:**

| № | Тема занятия | Вид занятия | Форма / Методы интерактивного обучения | Кол-во часов (из них электронные часы) |
|---|--------------|-------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 |              |             |                                        |                                        |
| 2 |              |             |                                        |                                        |
| 3 |              |             |                                        |                                        |
| 4 |              |             |                                        |                                        |
| 5 |              |             |                                        |                                        |
| 6 |              |             |                                        |                                        |

**VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**8.1. Оценочные средства текущего контроля**

| № п/п | Вид контроля | Контролируемые темы (разделы) | Компетенции, компоненты которых контролируются |
|-------|--------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
|-------|--------------|-------------------------------|------------------------------------------------|

|   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                               |
|---|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 | Тест | <p>Принципы ФП: чистые функции, иммутабельность, выражения. Сравнение с императивным стилем..</p> <p>Функции высшего порядка, каррирование, композиция. Лямбда-функции..</p> <p>Рекурсия и хвостовая рекурсия. Паттерн сопоставления с образцом (Pattern Matching)..</p> <p>Алгебраические типы данных (ADT). Неизменяемые коллекции: map, filter, fold..</p> <p>Обработка отсутствующих значений и ошибок: Option/Maybe, Result/Either..</p> <p>Функторы и аппликативные функторы. Понятие монад (Maybe, Either, списки)..</p> <p>Практикум на языке ФП (синтаксис, система типов, базовые библиотеки)..</p> <p>Тестирование в ФП: property-based тестирование (QuickCheck)..</p> <p>Архитектура приложений в ФП. Функциональное ядро, императивная оболочка..</p> | <p>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2</p> |
|---|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

|   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                               |
|---|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 2 | Лабораторная работа | <p>Принципы ФП: чистые функции, иммутабельность, выражения. Сравнение с императивным стилем..</p> <p>Функции высшего порядка, каррирование, композиция. Лямбда-функции..</p> <p>Рекурсия и хвостовая рекурсия.</p> <p>Паттерн сопоставления с образцом (Pattern Matching)..</p> <p>Алгебраические типы данных (ADT). Неизменяемые коллекции: map, filter, fold..</p> <p>Обработка отсутствующих значений и ошибок: Option/Maybe, Result/Either..</p> <p>Функторы и аппликативные функторы. Понятие монад (Maybe, Either, списки)..</p> <p>Практикум на языке ФП (синтаксис, система типов, базовые библиотеки)..</p> <p>Тестирование в ФП: property-based тестирование (QuickCheck)..</p> <p>Архитектура приложений в ФП. Функциональное ядро, императивная оболочка..</p> | <p>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2</p> |
|---|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

|   |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                        |
|---|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 3 | Практическое задание | Принципы ФП: чистые функции, иммутабельность, выражения.<br>Сравнение с императивным стилем..<br>Функции высшего порядка, каррирование, композиция. Лямбда-функции..<br>Рекурсия и хвостовая рекурсия.<br>Паттерн сопоставления с образцом (Pattern Matching)..<br>Алгебраические типы данных (ADT). Неизменяемые коллекции: map, filter, fold..<br>Обработка отсутствующих значений и ошибок: Option/Maybe, Result/Either..<br>Функтеры и аппликативные функторы. Понятие монад (Maybe, Either, списки)..<br>Практикум на языке ФП (синтаксис, система типов, базовые библиотеки)..<br>Тестирование в ФП: property-based тестирование (QuickCheck)..<br>Архитектура приложений в ФП. Функциональное ядро, императивная оболочка.. | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1, УК-2.2 |
|---|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|

### Примеры оценочных средств для текущего контроля

#### Демонстрационный вариант теста

1. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.

Какое из следующих утверждений НЕ является обязательным свойством чистой функции?

- a. Отсутствие наблюдаемых побочных эффектов.
- b. Обязательное возвращение нового значения (запрет на возврат void).
- c. Детерминированность (одинаковые входные данные → одинаковый результат).
- d. Независимость от изменяемого внешнего состояния.

2. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.

Что будет результатом вызова `let add x y = x + y in let addFive = add 5 in addFive 3` в языке с каррированием по умолчанию?

- a. 15
- b. Функция addFive.
- c. 8
- d. Ошибка: функция add ожидает два аргумента одновременно.

3. Задание открытой формы. Введите ответ.

В чем ключевое концептуальное отличие операции fold (reduce) от операций map и filter при работе с коллекциями? Приведите пример задачи, решаемой fold, которую нельзя

решить только map и filter.

4. *Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.*

Какой тип лучше всего подходит для функции, которая выполняет деление, но должна корректно обрабатывать случай деления на ноль?

- a. `Int -> Int -> Maybe Float`
- b. `Int -> Int -> IO Float`
- c. `Int -> Int -> Int`
- d. `Int -> Int -> [Float]`

5. *Задание открытой формы. Введите ответ.*

Как в выбранном языке (Haskell/F#/Scala) принято документировать типы и чистоту функций? Какие инструменты помогают контролировать побочные эффекты на уровне системы типов?

## **8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **Другие оценочные средства:**

1. Дайте определение чистой функции (pure function). Назовите её ключевые свойства и преимущества для разработки ПО.

2. Что означает иммутабельность (immutability) данных? Как она способствует надёжности и упрощению рассуждений о программе?

3. Объясните понятия функции как объекта первого класса (first-class citizen) и функции высшего порядка (higher-order function). Приведите примеры их использования.

4. Что такое каррирование (currying) и частичное применение (partial application)? В чём их практическая польза при построении программ?

5. Опишите механизм сопоставления с образцом (pattern matching). Каковы его преимущества перед цепочками условных операторов (if-else, switch)?

6. Что такое алгебраические типы данных (Algebraic Data Types, ADT)? Дайте определение и примеры типов-сумм (sum types) и типов-произведений (product types).

7. Как работают базовые операции над коллекциями в функциональном стиле: map, filter, fold/reduce? Поясните их семантику и отличия.

8. В чём разница между обычной и хвостовой рекурсией (tail recursion)? Почему хвостовая рекурсия важна для функциональных языков?

9. Для чего используются типы Option/Maybe и Result/Either? Как они помогают обрабатывать ошибки и отсутствующие значения в отличие от механизма исключений (exceptions)?

10. Дайте определение функтору (functor). Сформулируйте законы функторов и приведите практический пример (например, Maybe или список).

11. Объясните концепцию монады (monad). Как операция bind (>>=) решает проблему композиции вычислений в контексте? Приведите пример цепочки монадических вычислений.

12. В чём заключается смысл аппликативных функторов (applicative functors) и чем они отличаются от обычных функторов и монад?

13. Каковы основные принципы property-based тестирования (например, с помощью QuickCheck)? Чем оно отличается от традиционного example-based подхода?

14. Опишите архитектурный паттерн «Функциональное ядро, императивная оболочка»

(Functional Core, Imperative Shell). Какие выгоды он приносит?

15. Как в функциональном программировании осуществляется разделение и управление побочными эффектами (side effects)? Какую роль в этом играют монады (например, IO)?

16. Что такое ленивые вычисления (lazy evaluation)? Каковы их плюсы и минусы по сравнению с энергичной (eager) стратегией вычислений?

17. Сравните функциональную и объектно-ориентированную парадигмы программирования по ключевым аспектам: состояние, поведение, композиция, тестируемость.

18. Какие функциональные концепции и возможности широко применяются в современных мультипарадигмальных языках (JavaScript/TypeScript, Python, C#)? Приведите примеры.

19. Как функциональное программирование подходит для решения задач параллельной и распределённой обработки данных?

20. В чём состоят основные трудности и барьеры при освоении и внедрении функционального программирования в традиционных командах разработки? Какие есть пути их преодоления?

### **Разработчики:**

|                                                                                               |                                                                                                                                |                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <i>(подпись)</i> | <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>ассистент</b><br><i>(занимаемая должность)</i> | <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <b>В.А. Попова</b><br><i>(инициалы, фамилия)</i> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры алгебраических и информационных систем

Протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_

В.И. Пантелеев

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*