

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

15 июня 2023 г., протокол УМС №5

# МОДУЛЬ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

## Компьютерный инжиниринг в цифровом проектировании и производстве рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Экспериментальной физики**

Учебный план g030402-ЦифрТех-23-1.plx  
Направление 03.04.02 Физика  
Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180  
в том числе:  
аудиторные занятия 64  
самостоятельная работа 80  
часов на контроль 36

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 2

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 2 (1.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | уп      | рп  |       |     |
| Неделя                                    | 17 2/6  |     |       |     |
| Вид занятий                               | уп      | рп  | уп    | рп  |
| Лекции                                    | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Практические                              | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Итого ауд.                                | 64      | 64  | 64    | 64  |
| Контактная работа                         | 64      | 64  | 64    | 64  |
| Сам. работа                               | 80      | 80  | 80    | 80  |
| Часы на контроль                          | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 180     | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., доцент Алексеев Максим Михайлович*

Рабочая программа дисциплины

**Компьютерный инжиниринг в цифровом проектировании и производстве**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 03.04.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 914)

составлена на основании учебного плана:

Направление 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 15.06.2023 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Зав. кафедрой д. ф.-м. н., профессор А.В. Ельников

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины заключается в знакомстве с самыми передовыми подходами к проектированию и производству деталей и конструкций. Приобретенный опыт позволит решать различные инженерные задачи на высоком уровне и сформирует актуальные и востребованные компетенции. |
|-----|---|

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

|                    |  |
|--------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.О.03  |
| 2.1                | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |
| 2.1.1              | История и методология науки  |
| 2.1.2              | Основы научных исследований в области физико-математических наук   |
| 2.2                | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1              | Технологии фабрик будущего   |
| 2.2.2              | Технологии фабрик будущего   |
| 2.2.3              | Вычислительная физика и компьютерный инжиниринг  |

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|  |
|--|
| <b>ОПК-4.1:</b> Оценивает результаты научных исследований в области своей профессиональной деятельности                                    |
| <b>ОПК-4.2:</b> Аргументированно определяет сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности |
| <b>УК-1.3:</b> Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников.          |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

|       |  |
|-------|--|
| 3.1   | <b>Знать:</b>  |
| 3.1.1 | что такое аддитивные технологии, каковы их особенности, и как 3D печать может быть полезна в производстве современной конкурентоспособной продукции. |
| 3.2   | <b>Уметь:</b>  |
| 3.2.1 | проектировать детали и сборки в программной системе Autodesk Fusion 360;   |
| 3.2.2 | выполнять расчеты прочности изделий с применением системы Altair Inspire;  |
| 3.2.3 | выполнять топологическую оптимизацию с применением системы Altair Inspire;   |
| 3.2.4 | моделировать литые металлы в системе Altair Inspire Cast.  |
| 3.3   | <b>Владеть:</b>  |
| 3.3.1 | подходом к проектированию на основе топологической оптимизации и бионического дизайна.   |

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                          | Семестр / Курс | Часов | Компетенции        | Литература                     | Примечание |
|-------------|--|----------------|-------|--------------------|--------------------------------|------------|
|             | <b>Раздел 1. Компьютерное проектирование в Autodesk Fusion 360</b> |                |       |                    |                                |            |
| 1.1         | Знакомство с интерфейсом Autodesk Fusion 360 /Лек/                 | 2              | 1     | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2 | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2 |            |
| 1.2         | Проектирование деталей в Autodesk Fusion 360 /Лек/                 | 2              | 4     | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2 | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2 |            |

|   |   |   |    |                               |   |
|---|---|---|----|-------------------------------|---|
| 1.3   | Проектирование деталей в Autodesk Fusion 360 /Пр/   | 2 | 6  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2                    |
| 1.4   | Проектирование сборок в Autodesk Fusion 360 /Лек/   | 2 | 3  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2                        |
| 1.5   | Проектирование сборок в Autodesk Fusion 360 /Пр/  | 2 | 6  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2                    |
| 1.6   | Рендеринг и анимации в Autodesk Fusion 360 /Лек/  | 2 | 2  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2                        |
| 1.7   | Рендеринг и анимации в Autodesk Fusion 360 /Пр/   | 2 | 2  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2                    |
| 1.8   | Компьютерное проектирование в Autodesk Fusion 360 /Ср/  | 2 | 16 | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2 УК<br>-1.3 | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2                        |
| <b>Раздел 2. Аддитивные технологии</b>  |   |   |    |                               |   |
| 2.1   | Введение в аддитивное производство и FDM-печать /Лек/   | 2 | 2  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.2 Л1.3 Л1.5<br>Л1.6Л2.3 Л2.4<br>Л2.5 Л2.6<br>Э1 Э2 |
| 2.2   | Подготовка модели к 3D-печати /Лек/   | 2 | 2  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2                        |
| 2.3   | Подготовка модели к 3D-печати /Пр/  | 2 | 2  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2                    |
| 2.4   | Проектирование под аддитивное производство /Лек/  | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2                        |
| 2.5   | Проектирование под аддитивное производство /Пр/   | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2                    |
| 2.6   | Аддитивные технологии /Ср/  | 2 | 16 | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2 УК<br>-1.3 | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2                        |
| <b>Раздел 3. Компьютерный инжиниринг и расчеты прочности в Altair Inspire</b> |   |   |    |                               |   |
| 3.1   | Основы сопротивления материалов, введение в теорию упругости и основы метода конечных элементов /Лек/ | 2 | 3  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2                        |
| 3.2   | Расчеты прочности в Altair Inspire /Лек/  | 2 | 4  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2                        |

|      |  |   |    |                               |  |
|------|--|---|----|-------------------------------|--|
| 3.3  | Расчеты прочности в Altair Inspire /Пр/  | 2 | 7  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2                   |
| 3.4  | Расчеты прочности в Altair Inspire /Ср/  | 2 | 16 | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2 УК<br>-1.3 | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2                       |
|      | <b>Раздел 4. Проектирование на основе оптимизации и генеративного дизайна в Altair Inspire</b> |   |    |                               |  |
| 4.1  | Теоретические основы оптимизации /Лек/   | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2     |
| 4.2  | Топологическая оптимизация в Altair Inspire /Лек/  | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2     |
| 4.3  | Топологическая оптимизация в Altair Inspire /Пр/   | 2 | 2  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2 |
| 4.4  | Топографическая оптимизация /Лек/  | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2     |
| 4.5  | Топографическая оптимизация /Пр/   | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2 |
| 4.6  | Оптимизация толщин /Лек/   | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2     |
| 4.7  | Оптимизация толщин /Пр/  | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2 |
| 4.8  | Моделирование кинематики /Лек/   | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2     |
| 4.9  | Моделирование кинематики /Пр/  | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2 |
| 4.10 | Проектирование на основе оптимизации и генеративного дизайна в Altair Inspire /Ср/             | 2 | 16 | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2 УК<br>-1.3 | Л1.1 Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.2 Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2     |

|     |   |   |    |                               |                                     |  |
|-----|---|---|----|-------------------------------|-------------------------------------|--|
|     | <b>Раздел 5. Основы материаловедения и моделирования литья металлов в Altair Inspire Cast</b> |   |    |                               |                                     |  |
| 5.1 | Структура и свойства материалов /Лек/   | 2 | 2  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.1<br>Л2.4 Л2.6<br>Э1 Э2 |  |
| 5.2 | Введение в литье металлов /Лек/   | 2 | 1  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2      |  |
| 5.3 | Моделирования литья металлов в Altair Inspire Cast /Лек/                                      | 2 | 2  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2      |  |
| 5.4 | Моделирования литья металлов в Altair Inspire Cast /Пр/                                       | 2 | 3  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6Л3.1<br>Э1 Э2  |  |
| 5.5 | Моделирования литья металлов в Altair Inspire Cast /Ср/                                       | 2 | 16 | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2 УК<br>-1.3 | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2      |  |
| 5.6 | /Контр.раб./  | 2 | 9  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2            | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2      |  |
| 5.7 | /Экзамен/   | 2 | 27 | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2 УК<br>-1.3 | Л1.3 Л1.5Л2.4<br>Л2.6<br>Э1 Э2      |  |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

### 5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

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

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители             | Заглавие  | Издательство, год  | Колич-во |
|------|---------------------------------|---|--|----------|
| Л1.1 | Серпик И.Н.,<br>Алексейцев А.В. | Оптимизация металлических конструкций путем эволюционного моделирования | Moscow: АСВ,<br>2012, Электронный ресурс                             | 1        |
| Л1.2 | Валетов В.А.                    | Аддитивные технологии (состояние и перспективы): учебное пособие        | Санкт-Петербург:<br>Университет<br>ИТМО, 2015,<br>Электронный ресурс | 1        |

|      | Авторы, составители   | Заглавие   | Издательство, год  | Колич-во |
|------|---|--|--|----------|
| Л1.3 | Остяков Ю. А.   | Проектирование деталей и узлов конкурентоспособных машин   | Москва: Лань, 2013, Электронный ресурс   | 1        |
| Л1.4 | Струченков В.   | Дискретная оптимизация. Модели, методы, алгоритмы решения прикладных задач: Учебное пособие  | Москва: Издательство "СОЛОН-Пресс", 2016, Электронный ресурс                                       | 1        |
| Л1.5 | Горбатьюк, С. М.,<br>Каменев, А. В.                         | Конструирование машин и оборудования металлургических производств. Основы трехмерного автоматизированного конструирования деталей и узлов машин с использованием программы Autodesk Inventor. Ч.1. Проектирование деталей: учебное пособие | Москва: Издательский Дом МИСиС, 2008, Электронный ресурс   | 1        |
| Л1.6 | Кравченко, Е. Г.,<br>Верещагина, А. С.,<br>Верещагин, В. Ю. | Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие  | Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2018, Электронный ресурс | 1        |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители  | Заглавие  | Издательство, год  | Колич-во |
|------|--|---|--|----------|
| Л2.1 | Герасимова А. А.   | Математические методы в инжиниринге металлургического оборудования и технологий: Курс лекций    | Москва: Издательский Дом МИСиС, 2017, Электронный ресурс | 1        |
| Л2.2 | Грубый С. В.   | Оптимизация механической обработки: учебник   | Санкт-Петербург: Лань, 2019, Электронный ресурс          | 1        |
| Л2.3 | Галиновский А. Л.,<br>Голубев Е. С.,<br>Коберник Н. В.,<br>Филимонов А. С. | Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники: Учебное пособие для вузов | Москва: Юрайт, 2020, Электронный ресурс                  | 1        |
| Л2.4 | Седых, Л. В.   | Прогрессивное технологическое оборудование: учебное пособие                                     | Москва: Издательский Дом МИСиС, 2017, Электронный ресурс | 1        |

|      | Авторы, составители                 | Заглавие   | Издательство, год  | Колич-во |
|------|-------------------------------------|--|--|----------|
| Л2.5 | Антонова, В. С.,<br>Осовская, И. И. | Аддитивные технологии: учебное пособие                 | Санкт-Петербург:<br>Санкт-Петербургский<br>государственный<br>университет<br>промышленных<br>технологий и<br>дизайна, 2017,<br>Электронный<br>ресурс | 1        |
| Л2.6 | Чернавский С.А.,<br>Боков К.Н.      | Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие | Москва: ООО<br>"Научно-<br>издательский центр<br>ИНФРА-М", 2021,<br>Электронный<br>ресурс  | 1        |

### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители                  | Заглавие   | Издательство, год  | Колич-во |
|------|--------------------------------------|--|--|----------|
| Л3.1 | Далингер В. А.,<br>Симонженков С. Д. | Информатика и математика. Решение уравнений и оптимизация в mathcad и maple: Учебник и практикум | Москва:<br>Издательство<br>Юрайт, 2019,<br>Электронный<br>ресурс | 1        |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |  |
|----|--|
| Э1 | ИЦ "Центр компьютерного инжиниринга" СПбПУ URL: <a href="https://fea.ru/article/videogalereya">https://fea.ru/article/videogalereya</a>      |
| Э2 | Altair Engineering, URL: <a href="https://www.altair.com/manufacturing-applications/">https://www.altair.com/manufacturing-applications/</a> |

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

|         |                  |
|---------|------------------|
| 6.3.1.1 | Microsoft Office |
|---------|------------------|

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

|         |   |
|---------|---|
| 6.3.2.1 | <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру               |
| 6.3.2.2 | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|     |   |
|-----|---|
| 7.1 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (лабораторных занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена: комплект специализированной учебной мебели, маркерная (меловая) доска, комплект переносного мультимедийного оборудования - компьютер, проектор, проекционный экран, компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду. Обеспечен доступ к сети Интернет и в электронную информационную среду организации. |
|-----|---|