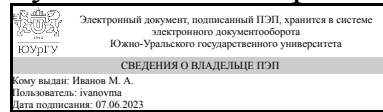


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



М. А. Иванов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.04 3D прототипирование и оцифровка реальных объектов для направления 15.04.01 Машиностроение

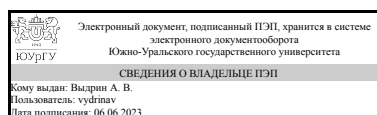
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

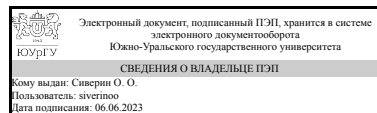
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1025

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



А. В. Выдрин

Разработчик программы,
старший преподаватель



О. О. Сиверин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков: • создания 3D моделей и прототипов промышленных изделий и агрегатов; • технологии обратного инжиниринга при проектировании изделий для обслуживания процессов в металлургии и машиностроении; • использования на производстве и в конструкторской деятельности технологии послойного наплавления; • использования на производстве и в конструкторской деятельности технологии лазерной стереолитографии; • возможностей контактного и бесконтактного перевода в цифровой и векторный виды реальных промышленных изделий, в том числе для дальнейшего ремонта и последующей обработки методами механической обработки и аддитивных технологий. Задачи освоения дисциплины: • овладение на практике методами построения прототипов изделий различной сложности с использованием технологии моделирования методом послойного наплавления (FDM) и технологии лазерной стереолитографии; • изучение способов создания цифровых и векторных копий изделий, рабочего инструмента и быстроизнашивающихся деталей без использования конструкторской документации; • совершенствование навыков работы с современными САД системами для разработки 3D моделей, предназначенных для реализации технологических процессов послойного наращивания.

Краткое содержание дисциплины

В процессе изучения дисциплины рассматриваются вопросы использования САД и САЕ систем в аддитивном производстве, основные принципы и последовательность процесса прототипирования изделий различной сложности, особенности технологии моделирования методом послойного наплавления и её использование для создания прототипов изделий, особенности технологии лазерной стереолитографии и её использование для создания прототипов изделий, возможности создания и ремонта промышленных изделий с копированием образца и принципы контактного и бесконтактного сканирования изделий для создания их цифровых и физических копий.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-10 Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий | Знает: методы создания 3D моделей для прототипирования и оцифровки реальных объектов Умеет: создавать 3D модели реальных объектов Имеет практический опыт: создания компьютерных моделей реальных объектов с использованием специализированного программного обеспечения и оборудования |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Перечень предшествующих дисциплин, | Перечень последующих дисциплин, |
|------------------------------------|---------------------------------|

| видов работ учебного плана | видов работ |
|--|------------------|
| 1.О.12 Теория надежности механических систем, 1.О.11 Основы производственных процессов, 1.О.08 Системы инженерного анализа | Не предусмотрены |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|--|---|
| 1.О.11 Основы производственных процессов | Знает: постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий Умеет: выбирать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств продукции Имеет практический опыт: |
| 1.О.12 Теория надежности механических систем | Знает: методы определения физико-механических свойств материалов и сварных соединений, единичные и комплексные показатели надежности готовых изделий, а также основные виды, причины и закономерности их отказов Умеет: разрабатывать программы испытаний, выбирать критерии и методы оценки показателей физико-механических свойств и надежности сварных изделий Имеет практический опыт: методик расчетной-экспериментальной оценки показателей надежности и физико-механических свойства сварных изделий |
| 1.О.08 Системы инженерного анализа | Знает: аналитические и численные методы расчетов параметров технологических процессов, набор стандартных испытаний для определения механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий Умеет: уметь применять прикладные программные средства при разработке технологии сварки и наплавки путем их компьютерного моделирования численными методами с использованием программных средств специального назначения, разрабатывать технологию сварки и наплавки с использованием разработанных методов проведения стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий Имеет практический опыт: способностью использования численных методов при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем и технологических процессов, методики введения и редактирования свойства материалов при компьютерном моделировании |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 3 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 72 | 72 | |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 32 | 32 | |
| Лекции (Л) | 16 | 16 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16 | 16 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 35,75 | 35,75 | |
| Подготовка к зачету | 5,75 | 5,75 | |
| Написание реферата | 10 | 10 | |
| Создание прототипа изделия и подготовка конструкторской документации в соответствии с семестровым заданием | 20 | 20 | |
| Консультации и промежуточная аттестация | 4,25 | 4,25 | |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет | |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|---|---|---|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Процесс прототипирования изделий | 14 | 2 | 12 | 0 |
| 2 | Технология моделирования методом послойного наплавления | 6 | 4 | 2 | 0 |
| 3 | Технология лазерной стереолитографии | 6 | 4 | 2 | 0 |
| 4 | Способы оцифровки реальных объектов | 6 | 6 | 0 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Прототипирование промышленных изделий | 2 |
| 2 | 2 | Использование технологии моделирования методом послойного наплавления (FDM) для создания прототипов промышленных изделий | 2 |
| 3 | 2 | Ограничения и особенности технологии моделирования методом послойного наплавления | 2 |
| 4 | 3 | Использование технологии лазерной стереолитографии (SLA) для создания прототипов промышленных изделий | 2 |
| 5 | 3 | Ограничения и особенности технологии лазерной стереолитографии | 2 |
| 6 | 4 | Способы и задачи оцифровки реальных объектов. Технологии и оборудование для контактной оцифровки изделий. Технологии и оборудование для бесконтактной оцифровки изделий и промышленных объектов | 2 |
| 7 | 4 | Разработка компьютерной модели изделия по твердотельной модели. | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Контроль качества изготовления конечных изделий с применением координатно-измерительной машины | |
| 8 | 4 | Настройка, калибровка и проверка на точность установки бесконтактной оцифровки. Создание цифровой копии изделия с использованием бесконтактного 3D сканера с последующей оптимизацией | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Создание прототипа изделия простой формы. | 2 |
| 2 | 1 | Создание прототипа изделия на основе существующей твердотельной модели | 2 |
| 3 | 1 | Формирование твердотельной модели для изделий сложной формы | 2 |
| 4 | 1 | Сборка сложных изделий на основе компьютерных моделей деталей. Создание прототипа изделия, изготавливаемого с использованием операций сварки и сборки | 2 |
| 5 | 1 | Подготовка конструкторской документации на изделия с учётом требований ЕСКД. Использование конструкторской документации при создании моделей | 2 |
| 6 | 1 | Компьютерное моделирование рабочего инструмента и быстроизнашиваемых деталей металлургических машин | 2 |
| 7 | 2 | Подготовка твердотельных моделей к изготовлению технологией моделирования методом наплавления. Конструкция, эксплуатация и обслуживание оборудования для изготовления изделий технологией моделирования методом послойного наплавления. Создание прототипа изделия при помощи технологии моделирования методом послойного наплавления | 2 |
| 8 | 3 | Подготовка твердотельных моделей к изготовлению технологией лазерной стереолитографии. Эксплуатация и обслуживание оборудования для изготовления изделий технологией лазерной стереолитографии. Создание прототипа изделия при помощи технологии лазерной стереолитографии | 2 |

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | | |
|---------------------|---|---------|--------------|
| Подвид СРС | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к зачету | 1. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex Текст учеб. курс В. П. Большаков, А. Л. Бочков, А. А. Сергеев. СПб. и др. Питер 2011. 2. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебн.пособие для техн. спец. вузов. – М.: Высш.шк., - 2007. | 3 | 5,75 |
| Написание реферата | 1. Машиностроитель, ежемес. науч.-техн. журн., ООО "Науч.-технич. предприятие | 3 | 10 |

| | | | |
|--|---|---|----|
| | "Витраж-Центр"; М., 1936. 2. Вестник Московского государственного технического университета. Серия: Машиностроение, Науч.-теорет. и прикл. журн. широкого профиля, Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана; М., Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1991. 3. Машиностроение и инженерное образование, науч.-техн. журн.: 0+, Ин-т машиноведения им. А. А. Благонравова Рос. акад. наук, Моск. гос. индустр. ун-т; М., 2008. 4. Реферативный журнал. Машиностроительные материалы, конструкции и расчет деталей машин. Гидропривод. 48., отд. вып., Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ); М., ВИНИТИ, 1964. | | |
| Создание прототипа изделия и подготовка конструкторской документации в соответствии с семестровым заданием | 1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебн. пособие для техн. спец. вузов. – М.: Высш. шк., - 2007 2. Кудрявцев, Е. М. Компас-3D. Проектирование в машиностроении [Текст] Е. М. Кудрявцев. - М.: ДМК-Пресс, 2009. - 435 с. ил. | 3 | 20 |

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|--|-----|------------|---|------------------|
| 1 | 3 | Текущий контроль | Практическое занятие 1. Прототипирование изделия по эскизу | 0,2 | 10 | В рамках практической работы студентам выдаётся практическое задание по вариантам. Необходимо сделать трёхмерную модель изделия по эскизу, разработать проектную конструкторскую документацию на изделие. Трёхмерная модель изделия выполнена в соответствии с эскизом: 10 баллов. Штрафные баллы: нарушена геометрия (-5), не выдержаны размеры (-2 за элемент), не выбраны характеристики материала изделия (-2). Конструкторская документация на проект создана: 10 баллов. Имеются отклонения от стандартов ЕСКД при | зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|---|-----|-----|---|-------|
| | | | | | | оформлении (-0,5 за элемент), несоответствие модели и представленной документации (-0,5 за элемент). | |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Практическое задание 2. Создание изделия или прототипа изделия методами аддитивных технологий | 0,1 | 20 | Технология создания прототипа проработана: 10 баллов. Невозможно изготовление изделия методами аддитивных технологий, имеются существенные ошибки предложенной технологии (-7), не оптимально или неправильно выбрана базовая поверхность (-3), не проработаны вопросы поддержки (-2), имеются неточности в выборе материала, имеются несоответствия в подборе параметров для реализации на выбранном оборудовании (-1 за элемент). Изделие или прототип созданы методами аддитивных технологий: 10 баллов. Геометрия изделия или внешний вид нарушены (-5), постобработка не проведена (-3), имеются несоответствия в геометрических размерах готового изделия в сравнении с заданием (-2). | зачет |
| 3 | 3 | Текущий контроль | Практическое задание 3. Оцифровка реальных объектов с последующим редактированием | 0,2 | 20 | Необходимо выполнить сканирование и оцифровку представленной детали и внести изменения в её модель посредством редактирования. Изделие отсканировано: 10 баллов, изменения внесены: +10 баллов, есть неточности в результатах (-1 балл за элемент). | зачет |
| 4 | 3 | Текущий контроль | Семестровое задание. Создание прототипа изделия | 0,5 | 60 | Модель изделия создана: 20 баллов. Прототип изделия методами аддитивных технологий создан: 20 баллов. Прототип изделия работоспособен: 20 баллов. | зачет |
| 5 | 3 | Бонус | Написание реферата | - | 20 | Тема реферата выдаётся в конце семестра с учётом успеваемости студента по курсу. Реферат оценивается с учётом требований к реферату по формуле $20 \cdot \Pi$, где Π - доля выполненных требований к содержанию и оформлению реферата. | зачет |
| 6 | 3 | Промежуточная аттестация | зачёт | - | 100 | 20 баллов: Представленная модель отвечает заданию. 20 баллов: Студент твердо знает учебный материал; 20 баллов: отвечает без наводящих вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; 20 баллов: умеет применять полученные знания на практике; 20 баллов: показывает | зачет |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | | | | | <p>систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</p> <p>- 5 баллов: Представленная модель нельзя использовать в качестве исходных данных для изготовления методами FDM или SLT.</p> <p>- 5 баллов: Студент не имеет или имеет отдельные представления об изученном материале; - 5 баллов: не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, - 5 баллов: при ответах допускает грубые ошибки.</p> |
|--|--|--|--|--|---|

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|---|---|
| зачет | К зачету допускаются студенты, выполнившие семестровое задание по курсу. Студенты, которые набрали 75 баллов и более в течение семестра, считаются освоившими курс без дополнительных испытаний. Студенты, которые набрали менее 75 баллов, получают зачётное задание. Зачёт проводится в виде решения задания. Каждому студенту выдаётся модель изделия и задание. Необходимо спроектировать твердотельную модель изделия и ответить на ряд вопросов по его моделированию и изготовлению методами аддитивных технологий. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | | | |
|-------------|---|------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ОПК-10 | Знает: методы создания 3D моделей для прототипирования и оцифровки реальных объектов | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-10 | Умеет: создавать 3D модели реальных объектов | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-10 | Имеет практический опыт: создания компьютерных моделей реальных объектов с использованием специализированного программного обеспечения и оборудования | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Инженерная 3D-компьютерная графика [Текст] учебник и практикум для вузов по инж.-техн. специальностям А. Л. Хейфец и др.; под

ред. А. Л. Хейфеца ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2015. - 602 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Кудрявцев, Е. М. Компас-3D. Проектирование в машиностроении [Текст] Е. М. Кудрявцев. - М.: ДМК-Пресс, 2009. - 435 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. САПР и графика ,ежемес. журн. ,ООО "КомпьютерПресс"
2. Сборка в машиностроении, приборостроении ,науч.-техн. и произв. журн. ,Изд-во "Машиностроение"
3. Computer Design ,науч.-техн. журн. Littleton, MA ,Penn Well ,1993-
4. Computer Aided Design ,науч.-техн. журн. Guildford ,IPC science and technology press ,1989-
5. Машиностроитель ,ежемес. науч.-техн. журн. ,ООО "Науч.-технич. предприятие "Витраж-Центр"; М. ,1936-
6. Вестник Московского государственного технического университета. Серия: Машиностроение ,Науч.-теорет. и прикл. журн. широкого профиля ,Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана; М. ,Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана ,1991-
7. Машиностроение и инженерное образование ,науч.-техн. журн.: 0+ ,Ин-т машиноведения им. А. А. Благонравова Рос. акад. наук, Моск. гос. индустр. ун-т; М. ,2008-
8. Реферативный журнал. Машиностроительные материалы, конструкции и расчет деталей машин. Гидропривод. 48. ,отд. вып. ,Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ); М. ,ВИНИТИ ,1964-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 1) Прототипирование и оцифровка деталей машин: методические указания к освоению дисциплины [Электронный документ] / О.О.Сиверин. – Челябинск, 2018. – 12 с. Режим доступа: электронная библиотека кафедры ПиМОМД.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---------------------------|---|--|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Рэдвуд, Б. 3D-печать. Практическое руководство : руководство / Б. Рэдвуд, Ф. Шофер, Б. Гаррэт ; перевод с английского М. А. Райтмана.. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-97060-738-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140567 (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная | Кулик, В. И. Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники : |

| | | | |
|---|---------------------------|---|--|
| | | система издательства Лань | учебное пособие / В. И. Кулик, А. С. Нилов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 160 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122070 (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Грибовский, А. А. Геометрическое моделирование в аддитивном производстве : учебное пособие / А. А. Грибовский. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/91559 (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 4 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Современные технологии 3D-сканирования : учебное пособие / А. Н. Новиков, А. В. Фирсов, Г. И. Борзунов, А. А. Щенников. — Москва : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2015. — 87 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/128675 (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 5 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Варфел, Т. Прототипирование. Практическое руководство : руководство / Т. Варфел ; перевод с английского И. Лейко. — Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2013. — 240 с. — ISBN 978-5-91657-725-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/62359 (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 6 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Третьяк, О. А. Коршакова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-5527-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142368 (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|------------|--|
| Контроль самостоятельной работы | 340 (Л.к.) | Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением |

| | | |
|---------------------------------|---------------|--|
| Лекции | 338 (Л.к.) | Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением |
| Лабораторные занятия | 120 (Л.к.) | Координатно-измерительная машина КИМ-1000 |
| Лабораторные занятия | 340 (Л.к.) | Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением, принтеры Flashforge Creator Pro, Flashforge Creator 3, Wanhao Duplicator 7 Plus, Wanhao Duplicator 8, 3D сканеры Shining 3D EinScan-SE, 3D Systems Sense Next Gen. |
| Практические занятия и семинары | 338 (Л.к.) | Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением |
| Зачет, диф.зачет | 340 (Л.к.) | Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением |