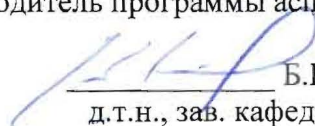


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры


Б.В. Кавалеров
д.т.н., зав. кафедры ЭТиЭМ

«02» 06 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины
«Электротехнические комплексы и системы»
по программе аспирантуры**

Научная специальность	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы	
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Электромеханические преобразователи энергии	
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Электротехника и электромеханика (ЭТиЭМ)	
Форма обучения	Очная	
Курс: 3	Семестр (ы): 5	
Виды контроля с указанием семестра:		
Экзамен: 5	Зачет: -	Диф.зачет: -

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Электротехнические комплексы и системы» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области электротехнических комплексов и систем, формируемого для расчета и проектирования электрических машин специальной конструкции и назначения, типовых решений в области проектирования специальных электрических машин нового поколения, а также электротехнических комплексов и систем, в которых они применяются.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электротехнические комплексы и системы» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

– Роль и значение специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем в технике, основные направления работ по дальнейшему их совершенствованию;

– Основные понятия и определения: свойства и разновидности специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем, назначение, состав, классификация; методы и конструктивные особенности при проектировании;

– Основные характеристики специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем для эффективного их проектирования с использованием программных средств;

– Основные программные средства для проектирования специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем при учете изменений вариантов компромиссных решений.

Уметь:

- по заданным условиям выбирать тип специальной электрической машины и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем, выполнять их расчетное обоснование и принципиальную конструкцию для реализации;
- определять характеристики специальной электрической машины и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем, находить оптимальные варианты при проектировании и расчете с использованием программных средств;
- производить расчет и поиск конструктивных решений при проектировании специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем;
- выбирать конструкцию устройства и отдельных частей специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем, изменять их конструкции в зависимости от требований, предъявляемых к их характеристикам.

Владеть:

- навыками выбора конструкции и отдельных элементов конструкции для реализации применения специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем;
- навыками проектирования различных типовых специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем;
- навыками анализа вариантов конструктивных решений типовых специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем;
- навыками работы с программной средой для проектирования специальных электрических машин и построенных на их основе электротехнических комплексов и систем, математического анализа и построения рациональных конструкций.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	20
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	9
	Самостоятельная работа (СР)	88
	Форма итогового контроля:	Экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы линейных асинхронных двигателей
(Л – 5, ПЗ-0, СР – 44)

Тема 1. Получение бегущего магнитного поля линейных асинхронных двигателей. Общие вопросы получения бегущего магнитного поля линейных асинхронных двигателей. Варианты конструкции индуктора. Основные понятия и определения. Проектирование индукторов линейных асинхронных: методы, методики, технические средства.

Тема 2. Линейный асинхронный двигатель с односторонним индуктором. Общие вопросы асинхронных двигателей с односторонним индуктором. Варианты конструкции вторичного тела. Основные понятия и определения. Проектирование линейных асинхронных двигателей с односторонним индуктором: методы, методики, технические средства.

Тема 3. Краевые эффекты линейных асинхронных двигателей. Продольный краевой эффект. Поперечный краевой эффект. Толщенный краевой эффект.

Тема 4. Линейный асинхронный двигатель с двухсторонним индуктором. Принцип действия и конструкция. Общие вопросы асинхронных двигателей с двухсторонним индуктором. Принцип действия и конструкция. Варианты конструкции вторичного тела. Основные понятия и определения. Проектирование линейных асинхронных двигателей с двухсторонним индуктором: методы, методики, технические средства.

Тема 5. Дугостаторный асинхронный двигатель. Общие вопросы дугостаторных асинхронных двигателей. Принцип действия и конструкция, области его применения. Варианты конструкций. Основные понятия и определения. Проектирование дугостаторных асинхронных двигателей: методы, методики, технические средства.

Раздел 2. Вентильные двигатели с постоянными магнитами (Л-0, ПЗ – 6, СР – 44)

Тема 1. Круговой вентильный двигатель с постоянными магнитами. Общие вопросы круговых вентильных двигателей с постоянными магнитами. Принцип действия и конструкция, области его применения. Варианты конструкций. Основные понятия и определения. Проектирование круговых вентильных двигателей с постоянными магнитами: методы, методики, технические средства.

Тема 2. Линейный вентильный двигатель с постоянными магнитами. Общие вопросы линейных вентильных двигателей с постоянными магнитами. Принцип действия и конструкция, области его применения. Варианты конструкций. Основные понятия и определения. Проектирование линейных вентильных двигателей с постоянными магнитами: методы, методики, технические средства.

Тема 3. Цилиндрический линейный асинхронный двигатель. Общие вопросы цилиндрических линейных асинхронных двигателей с постоянными магнитами. Принцип действия и конструкция, области его применения. Варианты конструкций. Основные понятия и определения. Проектирование цилиндрических линейных асинхронных двигателей с постоянными магнитами: методы, методики, технические средства.

Тема 4. Цилиндрический линейный вентильный двигатель. Общие вопросы цилиндрических линейных вентильных двигателей с постоянными магнитами. Принцип действия и конструкция, области его применения. Варианты конструкций. Основные понятия и определения. Проектирование цилиндрических линейных вентильных двигателей с постоянными магнитами: методы, методики, технические средства.

Тема 5. Линейный вентильный двигатель со совмещенной обмоткой. Общие вопросы линейных вентильных двигателей со совмещенной обмоткой. Принцип действия и конструкция, области его применения. Варианты конструкций. Основные понятия и определения. Проектирование линейных вентильных двигателей со совмещенной обмоткой: методы, методики, технические средства.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Проектирование круговых	Собеседование.	Вопросы по

		вентильных двигателей с постоянными магнитами и систем: методы, методики, технические средства	Творческое задание.	темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Проектирование линейных вентильных двигателей с постоянными магнитами и систем: методы, методики, технические средства	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
	3	Проектирование цилиндрических линейных асинхронных двигателей с постоянными магнитами и систем: методы, методики, технические средства	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
	4	Проектирование цилиндрических линейных вентильных двигателей с постоянными магнитами и систем: методы, методики, технические средства	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
	5	Проектирование линейных вентильных двигателей со совмещенной обмоткой и систем: методы, методики, технические средства	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Общие вопросы получения бегущего магнитного поля линейных асинхронных двигателей	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Линейный асинхронный двигатель с односторонним индуктором и системы на их основе. Принцип действия	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
	3	Продольный краевой эффект. Поперечный краевой эффект. Толщенный краевой эффект.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
	4	Общие вопросы асинхронных двигателей с двухсторонним индуктором и систем на их основе. Принцип действия и конструкция	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

	5	Принцип действия дугостаторного асинхронного двигателя и системы на его основе, его конструкция, области применения	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
--	---	---	---------------	--

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Электротехнические комплексы и системы» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Электрические машины : учебное пособие для вузов / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец .— 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Академия, 2013 .— 320 с.	12
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Электрические машины (специальный курс) : учебник для вузов / Г. А. Сипайлов, Е. В. Кононенко, К. А. Хорьков .— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Высш. шк., 1987 .— 286 с.	12
2	Электрические машины : учебник для вузов / И.П. Копылов .— 5-е изд., стер .— М. : Высш. шк., 2006 .— 607 с.	11
3	Электрические машины : учебное пособие для вузов / Б. Ф. Токарев .— Москва : Энергоатомиздат, 1990 .— 624 с.	33
4	Электрические машины : учебно-справочное пособие / И. И. Алиев .— Москва : РадиоСофт, 2011 .— 447 с.	6
2.2 Периодические издания		
1	«ЭЛЕКТРО»	
2	«Электричество»	
3	«Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность»	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 7.1-84 Система стандартов по информации,	Техэксперт

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	библиотечному и издательскому делу. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления.	
2.4 Официальные издания		
1	Не требуются	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

6. Электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультidisциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

7. Springer [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн., кн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам, протоколы исследований на англ. и нем. яз.] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Cham, 2016. – Режим доступа: <http://link.springer.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8. ScienceDirect [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. науч. журн. и кн. по обществ., естеств. и техн. наукам на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

9. Questel Orbit [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : патенты и данные 95 пат. ведомств всех регионов мира на ин. яз.] / Questel. – Paris, 2016. – Режим

доступа: <http://www.orbit.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

10. Scopus [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.scopus.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

11. Web of Science [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Thomson Reuters. – New York, 2016. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

12. Сайт Высшей аттестационной комиссии (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации.- <http://vak.ed.gov.ru/>.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	12	Оперативное управление	350
2	Стенд «Электрические цепи»	6	Оперативное управление	355
3	Стенд «Электрические машины»	6	Оперативное управление	355
4	Стенд «Электрические машины и электропривод»	6	Оперативное управление	355

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является кандидатский экзамен, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче экзамена:**

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов. Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.
4	Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и

Оценка	Критерии оценивания
	умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Объяснить принцип получения бегущего магнитного поля линейных асинхронных двигателей;
2. Выполнить расчёт асинхронного двигателя с односторонним индуктором.

Типовые контрольные задания:

1. Принцип действия и конструкция линейного асинхронного двигателя;
2. Варианты конструкций кругового вентильного двигателя с постоянными магнитами.
3. Расчёт вариантов конструкций дугостаторных асинхронных двигателей;
4. Расчёт индукции магнитного поля статора методом конечно-разностных элементов.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ЭТиЭМ».

Программа

Электромеханические преобразователи энергии

Кафедра

Электротехника и электромеханика

(ЭТиЭМ)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

«Электротехнические комплексы и системы»

БИЛЕТ № 1

1. Краевые эффекты линейных асинхронных двигателей.
2. Сделать качественный и количественный анализ использования асинхронного двигателя с односторонним и двухсторонним индуктором.
3. Какие методики используются при проектировании круговых вентильных двигателей с постоянными магнитами и дать им оценку.

Заведующий кафедрой ЭТиЭМ _____
(подпись)

Кавалеров Б.В.

« _____ » _____ 202 _____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		