

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Тоннели и метрополитены»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОННЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ И ГРУНТОВОГО МАССИВА» (Б1.В.ДВ.2.2)**

для специальности

23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей»

по специализации

«Тоннели и метрополитены»

Форма обучения – очная, заочная

1 Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОННЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ГРУНТОВОГО МАССИВА» (Б1.В.ДВ.2.2) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 218, с изменениями, утвержденными приказом Минобрнауки России от 27 февраля 2023 г. № 208, на основе анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, обобщения отечественного и зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники, а также с учетом профессионального стандарта 16.114 «Организатор проектного производства в строительстве» и профессионального стандарта 16.025 «Организатор строительного производства». Цель преподавания дисциплины «Основы научных исследований» – получение студентами знаний по основам научных исследований, видам и принципам физического моделирования сложных подземных объектов, натурным исследованиям, что является необходимым для успешной проектной, производственной и научно-исследовательской деятельности в области подземных транспортных сооружений.

Задачи дисциплины состоят в изучении принципов физического и математического моделирования сложных подземных объектов, натурным исследованиям грунтовых массивов и тоннельных конструкций.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

- изучаются основные положения и понятия о науке, методах научного познания и научных исследований;
- изучаются основные понятия о моделировании, классификация моделей, история развития моделирования;
- изучаются принципы физического моделирования, теории подобия механических систем, основные принципы и законы моделирования методом эквивалентных материалов и центробежного моделирования;
- изучаются методики подбора моделей грунта и обделок, наиболее полно отражающей фактическую работу конструкции подземного сооружения;
- рассматриваются примеры исследований на моделях станций метрополитена и других сложных подземных сооружений, оцениваются достоинства и недостатки различных методов моделирования;
- изучаются основные методы натурных исследований грунтовых массивов и обделок подземных сооружений;
- изучаются натурные методы определения горного давления на временные крепи и постоянные обделки подземных сооружений;
- изучаются методы исследования грунтовых массивов и обделок с помощью физических полей, приводятся примеры и современная аппаратура для исследований.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций, сформированность которых оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций:

Компетенция	Индикатор компетенции
ПК-5 Основы системного подхода и научных исследований	
ПК-5.1.1 Знает основные достижения и перспективы развития транспортной отрасли, науки и техники, методов проектирования	Обучающийся знает достижения и перспективы развития транспортной отрасли, науки и техники, методов проектирования
ПК-5.1.2 Знает основные принципы совершенствования технологии проектирования и строительства подземных сооружений	Обучающийся знает основные принципы совершенствования технологии проектирования и строительства подземных сооружений
ПК-5.1.3 Знает основные направления и методы научных исследований	Обучающийся знает основные направления и методы научных исследований
ПК-5.1.4 Знает порядок организации научно-технического сопровождения строительства, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Обучающийся знает порядок организации научно-технического сопровождения строительства, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
ПК-5.1.5 Знает порядок подготовки предложений по совершенствованию организации строительства и технологии производства строительных работ	Обучающийся знает порядок подготовки предложений по совершенствованию организации строительства и технологии производства строительных работ

3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина относится к части «Дисциплины (модули) по выбору 2» блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		9
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32	32
В том числе:		
– лекции (Л)	32	32
– практические занятия (ПЗ)	0	0
– лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	36	36
Контроль	4	4
Форма контроля знаний	3	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72 / 2	72 / 2

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		6
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	20	20
– лекции (Л)	20	20
– практические занятия (ПЗ)	0	0
– лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	48	48
Контроль	4	4
Форма контроля знаний	3	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72 / 2	72 / 2

5. Содержание и структура дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные положения и понятия о науке	Лекция 1: Введение. Основные положения и понятия о науке. Уровни процесса познания. Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: поисковые исследования, фундаментальные науки, прикладные науки	ПК-5.1.3
		Лекция 2: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: методы научного познания и научных исследований, методы эмпирического исследования, методы теоретических исследований	ПК-5.1.3 ПК-5.1.4
		Самостоятельная работа: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: методы исследований, используемые на эмпирическом и теоретическом уровне исследований	ПК-5.1.3 ПК-5.1.4
2	Моделирование	Лекция 3: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: моделирование как средство научного познания, классификация моделей, условное моделирование	ПК-5.1.2
		Лекция 4: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: основы теории размерностей, место теории размерностей в моделировании	ПК-5.1.2 ПК-5.1.3
		Самостоятельная работа: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: аналогичное моделирование	ПК-5.1.2 ПК-5.1.3

3	Физическое моделирование	Лекция 5: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: понятие физического моделирования, теория подобия механических систем Ньютона, критерии и инварианты подобия, условия однозначности подобных систем	ПК-5.1.2 ПК-5.1.3
		Лекция 6: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: моделирование методом эквивалентных материалов, основные законы и отношения, определяющие физико-механические характеристики	ПК-5.1.2 ПК-5.1.3
		Самостоятельная работа: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: подобие процессов пластических деформаций, масштаб времени	ПК-5.1.2 ПК-5.1.3
4	Метод эквивалентных материалов	Лекция 7: Обобщение опыта строительного производства: принципы подбора эквивалентных материалов грунтового массива, выбор масштаба моделирования, подбор материала обделки подземного сооружения	ПК-5.1.1 ПК-5.1.4
		Лекция 8: Обобщение опыта строительного производства: стенды для моделирования, принципы измерения напряжений и деформаций, измерительное оборудование, способы измерений смещений и деформаций	ПК-5.1.1 ПК-5.1.4
		Лекция 9: Классификация задач, решаемых с применением метода эквивалентных материалов. Полномасштабные исследования. Разработка или уточнение расчетной схемы. Проверка основных положений расчетной модели.	ПК-5.1.4
		Лекция 10: Обобщение опыта строительного производства: примеры исследований односводчатых станций, конструкций подземных сооружений, технологии «безосадочной» проходки, новых методов крепления лба забоя. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов	ПК-5.1.4 ПК-5.1.5
		Самостоятельная работа: Структурирование проблемы, систематизация информации, анализ и обобщение результатов анализа. Полномасштабные исследования	ПК-5.1.4 ПК-5.1.5
5	Специальные методы моделирования	Лекция 11: Обобщение опыта строительного производства: метод центробежного моделирования, область применения, достоинства и недостатки метода, поляризационно-оптический метод	ПК-5.1.3 ПК-5.1.4 ПК-5.1.5

		<p>Лекция 12: Особенности моделирования массивных конструкций. Обобщение опыта строительного производства: примеры решения задач. Достоинства и недостатки моделирования методом эквивалентных материалов. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов</p>	<p>ПК-5.1.3 ПК-5.1.4 ПК-5.1.5</p>
		<p>Самостоятельная работа: Структурирование проблемы, систематизация информации, анализ и обобщение результатов анализа при моделировании железобетонных конструкций.</p>	<p>ПК-5.1.4 ПК-5.1.5</p>
6	Натурные методы исследования	<p>Лекция 13: Обобщение опыта строительного производства: натурные исследования массивов горных пород, классификация методов, прессиометрические испытания, штамповые испытания, определение модуля деформации массива. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов</p>	<p>ПК-5.1.1 ПК-5.1.2</p>
		<p>Лекция 14: Обобщение опыта строительного производства: крупномасштабные исследования грунтовых массивов, реометрический метод изучения искусственной трещиноватости, натурные методы определения горного давления. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов</p>	<p>ПК-5.1.1 ПК-5.1.2 ПК-5.1.5</p>
		<p>Лекция 15: Структурирование проблемы, систематизация информации, анализ и обобщение результатов анализа при исследовании свойств грунтовых массивов с помощью физических полей. Ультразвуковые методы. Исследование массивов грунтов и обделок тоннелей георадаром. Примеры исследований.</p>	<p>ПК-5.1.1 ПК-5.1.2 ПК-5.1.3 ПК-5.1.5</p>
		<p>Лекция 16: Исследование структуры грунтовых массивов в окрестности подземных сооружений. Исследование обделок тоннелей. Примеры исследований. Исследование обделок и массива ультразвуковым низкочастотным томографом. Примеры исследований. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов</p>	<p>ПК-5.1.1 ПК-5.1.2 ПК-5.1.3 ПК-5.1.5</p>
		<p>Самостоятельная работа: методы определения горного давления, основанные на изучении НДС элементов временной крепи</p>	<p>ПК-5.1.4 ПК-5.1.5</p>

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные положения и понятия о науке	Лекция 1: Введение. Основные положения и понятия о науке. Уровни процесса познания. Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: поисковые исследования, фундаментальные науки, прикладные науки, методы научного познания и научных исследований.	ПК-5.1.3
		Самостоятельная работа: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: методы эмпирического исследования, методы исследований, используемые на эмпирическом и теоретическом уровне исследований, методы теоретических исследований	ПК-5.1.3 ПК-5.1.4
2	Моделирование	Лекция 2: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: моделирование как средство научного познания, классификация моделей, условное моделирование, основы теории размерностей, место теории размерностей в моделировании	ПК-5.1.3 ПК-5.1.4
		Самостоятельная работа: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: аналогичное моделирование	ПК-5.1.3 ПК-5.1.4
3	Физическое моделирование	Лекция 3: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: понятие физического моделирования, теория подобия механических систем Ньютона, критерии и инварианты подобия, условия однозначности подобных систем	ПК-5.1.2 ПК-5.1.3
		Лекция 4: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: моделирование методом эквивалентных материалов, основные законы и отношения, определяющие физико-механические характеристики	ПК-5.1.2 ПК-5.1.3
		Самостоятельная работа: Основные принципы системного подхода и методы системного анализа: подобие процессов пластических деформаций, масштаб времени	ПК-5.1.2 ПК-5.1.3
4	Метод эквивалентных материалов	Лекция 5: Обобщение опыта строительного производства: принципы подбора эквивалентных материалов грунтового массива, выбор масштаба моделирования, подбор материала обделки подземного сооружения, стенды для моделирования, принципы измерения напряжений и	ПК-5.1.1 ПК-5.1.4

		деформаций	
		Лекция 6: Классификация задач, решаемых с применением метода эквивалентных материалов. Разработка или уточнение расчетной схемы. Проверка основных положений расчетной модели. Обобщение опыта строительного производства: примеры исследований односводчатых станций, конструкций подземных сооружений, технологии «безосадочной» проходки, новых методов крепления лба забоя. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов	ПК-5.1.1 ПК-5.1.4
		Самостоятельная работа: Обобщение опыта строительного производства: измерительное оборудование, способы измерений смещений и деформаций. Структурирование проблемы, систематизация информации, анализ и обобщение результатов анализа. Полномасштабные исследования	ПК-5.1.1 ПК-5.1.4
5	Специальные методы моделирования	Лекция 7: Обобщение опыта строительного производства: метод центробежного моделирования, область применения, достоинства и недостатки метода, поляризационно-оптический метод	ПК-5.1.3 ПК-5.1.4 ПК-5.1.5
		Лекция 8: Особенности моделирования массивных конструкций. Обобщение опыта строительного производства: примеры решения задач. Достоинства и недостатки моделирования методом эквивалентных материалов. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов	ПК-5.1.3 ПК-5.1.4 ПК-5.1.5
		Самостоятельная работа: Структурирование проблемы, систематизация информации, анализ и обобщение результатов анализа при моделировании железобетонных конструкций.	ПК-5.1.3
6	Натурные методы исследования	Лекция 9: Обобщение опыта строительного производства: натурные исследования массивов горных пород, классификация методов, прессиометрические испытания, штамповые испытания, определение модуля деформации массива. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов. Обобщение опыта строительного производства: крупномасштабные исследования грунтовых массивов, реометрический метод изучения искусственной трещиноватости, натурные	ПК-5.1.1 ПК-5.1.2 ПК-5.1.5

	методы определения горного давления. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов	
	Лекция 10: Структурирование проблемы, систематизация информации, анализ и обобщение результатов анализа при исследовании свойств грунтовых массивов с помощью физических полей. Исследование структуры грунтовых массивов в окрестности подземных сооружений. Исследование обделок тоннелей. Примеры исследований. Исследование обделок и массива ультразвуковым низкочастотным томографом. Примеры исследований. Анализ результатов внедрения новых технологий строительных работ, оптимизации использования ресурсов	ПК-5.1.1 ПК-5.1.4 ПК-5.1.2 ПК-5.1.5
	Самостоятельная работа: Ультразвуковые методы. Исследование массивов грунтов и обделок тоннелей георадаром. Примеры исследований. Методы определения горного давления, основанные на изучении НДС элементов временной крепи	ПК-5.1.2 ПК-5.1.5

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий
Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные положения	4	0	0	6	10
2	Моделирование	4	0	0	6	10
3	Физическое моделирование.	4	0	0	6	10
4	Метод эквивалентных материалов	8	0	0	6	14
5	Специальные методы моделирования	4	0	0	6	10
6	Натурные методы исследования	8	0	0	6	14
Итого		32	0	0	36	68
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						72

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные положения	2	0	0	8	10
2	Моделирование	2	0	0	8	10
3	Физическое моделирование.	4	0	0	6	10
4	Метод эквивалентных материалов	4	0	0	10	14
5	Специальные методы моделирования	4	0	0	6	10
6	Натурные методы исследования	4	0	0	10	14
Итого		20	0	0	48	68
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						72

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные средства по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- Система тестирования Qumo QClick.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных.

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ). Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gost.ru/wps/portal, свободный. – Загл. с экрана.;

- Правительство Российской Федерации. Интернет-портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.government.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

- Российская газета – официальное издание для документов Правительства РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Фролов, Ю.С. Механика подземных сооружений [Текст]: учебное пособие / Ю.С. Фролов, Т.В. Иванес. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2014. – 125 с.

2. Глушко, В.Т. Разрушение горных пород и прогнозирование проявлений горного давления [Текст] / В.Т. Глушко, В.В. Виноградов. – Москва: Недра, 1982. – 193 с.

3. Григорьев Ю.Д. Методы оптимального планирования экспериментов линейной модели [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2015. – 320 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook/book/65949>

4. Лиманов, Ю.А. Моделирование работы тоннельных конструкций [Текст]: учебное пособие / Ю.А. Лиманов, Д.М. Голицынский, Г.А. Федоров. – Ленинград: ЛИИЖТ, 1985.

5. Порцеховский, А.К. Основы физики горных пород, геомеханики и управления состоянием массива: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.К. Порцеховский, Г.А. Катков. – Москва: МГОУ, 2004. – 120 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/659/36659>.

6. Бенин, А.В. Планирование эксперимента [Текст] / А.В. Бенин, В.В. Гарбарук. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2010. – 89 с.

7. Моделирование в геомеханике [Текст] / Ф.П. Глушихин, Г.Н. Кузнецов, М.Ф. Шклярский и др. – Москва: Недра, 1991. – 240 с.

8. Девис, Д.Д. Моделирование железобетонных конструкций [Текст] / Д.Д. Девис; перевод с англ. Б.В. Прис, – Минск: Высшая школа, 1974. – 222 с.

9. Бурштейн, Л.С. Статические и динамические испытания горных пород [Текст] / Л.С. Бурштейн. – Москва: Недра, 1980. – 182 с.

10. Дюрелли, А. / Введение в фотомеханику (поляризационно-оптический метод) [Текст] / А. Дюрелли, У.Ралли; перевод с англ. – Москва: Мир, 1970. – 484 с.

11. Булычев, Н.С. Основы методики научных исследований в подземном строительстве [Текст] / Н.С. Булычев. – Ленинград: ЛГИ им. Плеханова, 1981.

12. Насонов, Н.А. Моделирование горных процессов [Текст] / Н.А. Насонов. – Москва: Недра, 1989. – 205 с.

13. Веников, В.А. Теория подобия и моделирования [Текст] / В.А. Веников. – Москва: Наука, 1976.
14. Глушко, В.Т. Оценка напряженно-деформированного состояния массива горных пород [Текст] / В.Т. Глушко, С.П. Гавеля. – Москва: Недра, 1986. – 221 с.
15. Кассандрова, О.Н. Обработка результатов наблюдений [Текст] / О.Н. Кассандрова, В.В. Лебедев. – Москва: Наука, 1970. – 107 с.
16. Красовский, Г.И. Планирование эксперимента [Текст] / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. – Минск: Изд-во БГУ, 1982. – 304 с.
17. Методы и измерительные приборы для моделирования и натурных исследований нелинейных деформационно-волновых процессов в блочных массивах горных пород [Текст] / – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 320 с.
18. Основы научных исследований [Текст]: учебное пособие / Д.М. Голицынский и др. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 1995. – 62 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Промышленный портал UnderGroundExpert [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.undergroundexpert.info>, свободный.
3. Профессиональные справочные системы Техэксперт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>, свободный.
4. Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.pravo.gov.ru, свободный.
5. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, свободный.
6. Электронная библиотека ПГУПС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://library.pgups.ru>, свободный.
7. Поисковая платформа Web of Science [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>, свободный.