

Кафедра №32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф. д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«22» июня 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Экспериментальные методы исследований»

(Название дисциплины)

Код направления	15.06.01
Наименование направления/специальности	Машиностроение
Наименование направленности	Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

С.В. Соленый

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«21» мая 2020 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 32

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

«21» мая 2020 г

(подпись, дата)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 15.06.01(01)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

С.В. Соленый

(инициалы, фамилия)

Заместитель Директора института №3 по методической работе

доц., к.э.н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Экспериментальные методы исследований» является факультативной дисциплиной образовательной программы по направлению 15.06.01 «Машиностроение» направленность «Роботы, мехатроника и робототехнические системы». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование

общефессиональных компетенций:

ОПК-1 «способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства»;

профессиональных компетенций:

ПК-3 «способность определять, собирать и анализировать объективные метрические показатели, характеризующие программное обеспечение и процессы его разработки, сопровождения и эксплуатации».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением особенностей проведения научно-технических экспериментов и использования математических методов для исследования физических процессов в робототехнических системах

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *(лекции, самостоятельная работа обучающегося, консультации)*.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с особенностями современных методов и средств научных исследований; приобретение необходимых знаний для самостоятельного планирования экспериментальных исследований, связанных с решением научно-инженерных физических задач; овладение современными навыками организации и проведения автоматизированного физического эксперимента; развитие навыков самостоятельных исследований, способностей, творческого осмысления получаемых результатов и видения новых перспектив в результате физических экспериментов и виртуальных экспериментов.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся расширяет следующие компетенции:
ОПК-1 «способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства»:

знать - принципы действия и возможности современных приборов и программного обеспечения;

уметь - производить отбор экспериментальных методов, аппаратуры, методик измерений, наиболее адекватных для решения конкретных прикладных задач;

ПК-3 «способность определять, собирать и анализировать объективные метрические показатели, характеризующие программное обеспечение и процессы его разработки, сопровождения и эксплуатации»:

владеть навыками - проведения инженерных экспериментов как реальных так и виртуальных;

иметь опыт деятельности - выбора для прикладных задач оптимальных методов исследования и аппаратуры;

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Физика
- Химия
- Высшая математика

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Научно-исследовательская практика
- Научные исследования

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
--------------------	-------	---------------------------

		№1	№2
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	1/ 36	0,5/ 18	0,5/ 18
Аудиторные занятия , всего час., В том числе	14	7	7
лекции (Л), (час)	14	7	7
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)			
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
Экзамен, (час)			
Самостоятельная работа , всего	22	11	11
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет, Зачет	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 1					
Раздел 1. Роль эксперимента	3				5
Раздел 2. Аппаратура и программное обеспечение для экспериментальных исследований	4				6
Итого в семестре:	7				11
Семестр 2					
Раздел 3. Классификация исследуемых объектов и явлений	3				5
Раздел 4. Основы анализа экспериментальных данных	4				6
Итого в семестре:	7				11
Итого:	14	0	0	0	22

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Классификация экспериментальных методов исследования. Экспериментальные методы измерения физических величин. Систематические и случайные ошибки. Абсолютная и относительная ошибка конечного результата измерений.
2	Сведения об основных типах стандартных измерительных приборов и устройств. Измерения с использованием приборов. Точность измерений. Классификация и способы оценки погрешности измерений. Вероятная погрешность. Представление окончательного результата.
3	Исследование характеристик различных типов робототехнических систем. Исследование способов применения сенсоров.
4	Анализ результатов прямых измерений. Анализ результатов измерений случайной величины. Распределение Гаусса. Косвенные измерения. Функции случайных величин. Анализ результатов совместных измерений. Измерение функциональных зависимостей. Интерполяция и аппроксимация экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего:				

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
Всего:			

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 1, час	Семестр 2, час
1	2	3	4
Самостоятельная работа, всего	22	11	11
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	12	6	6
курсовое проектирование (КП, КР)			
расчетно-графические задания (РГЗ)			
выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю (ТК)	10	5	5
домашнее задание (ДЗ)			
контрольные работы заочников (КРЗ)			

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
ISBN 978-5-16-010816-2	Пижурин А.А. Методы и средства научных исследований: Учебник/А.А. Пижурин, А.А. Пижурин (мл.), В.Е. Пятков - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 264 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=502713	500
ISBN / ISSN: 978-5-7994-0497-0	Кантиева, Е.В. Методы и средства научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Кантиева, Е.М. Разиньков. - Электрон. дан. - Воронеж : ВГЛУ, 2012. - 106 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64146	

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
ISBN 978-5-85546-725-3	Анискевич, Ю.В. Приборы и методы измерения теплотехнических величин: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб.: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2012. - 119 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63681	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при
-------	---	----------------------

		необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-28

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-1 «способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства»	
1	Экспериментальные методы исследований
1	Организация диссертационных исследований
1	Научные исследования
2	Применение вариационного исчисления в НИ
2	Экспериментальные методы исследований
2	Математические методы оптимизации в научном исследовании
7	Технология и программные средства для создания интеллектуальных систем
7	Роботы, мехатроника и робототехнические системы
ПК-3 «способность определять, собирать и анализировать объективные метрические показатели, характеризующие программное обеспечение и процессы его разработки, сопровождения и эксплуатации»	
1	Научные исследования
1	Экспериментальные методы исследований
2	Экспериментальные методы исследований
2	Математические методы оптимизации в научном исследовании
2	Научные исследования
2	Научные исследования
2	Применение вариационного исчисления в НИ
3	Научные исследования

4	Научные исследования
4	Научные исследования
5	Научные исследования
6	Научные исследования
6	Научные исследования
7	Научные исследования
7	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)
8	Научные исследования

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите особенности экспериментальных методов измерения физических величин. 2. Прямая и обратная задачи измерения. Устойчивость. Корректность. 3. Поясните суть метода наименьших квадратов для линейной аппроксимации. Масштабирование линейного МНК. 4. В чем заключается обусловленность метода наименьших квадратов? Проблема экстраполяции. 5. В чем заключается регуляризация метода наименьших квадратов? Метод главных компонентов. 6. Анализ результатов совместных измерений. Измерение функциональных зависимостей. 7. Какие показатели характеризуют безотказность и долговечность работы электрооборудования? Что понимается под ремонтпригодностью и сохраняемостью электрооборудования? 8. Какими методами определяются основные показатели надежности? 9. Дайте понятие о нормальном законе (законе Гаусса). Какими числовыми параметрами характеризуется нормальный закон распределения? 10. Как определяется центр распределения при нормальном законе? 11. Как определяется среднеквадратическое отклонение при нормальном законе? 12. Дайте понятие о доверительном интервале для центра распределения. Как он определяется? 13. Что понимается под допустимыми (толерантными) пределами? Как они определяются? 14. Как определяется объем выборки для заданной доверительной вероятности? 15. Классификация ошибок измерений. Почему так важно оценить ошибку

	<p>измерений? Как происходит учет реального распределения ошибок?</p> <p>16. Классификация ошибок. Грубые ошибки. Систематические ошибки. Случайные ошибки. Назовите причины возникновения систематических ошибок.</p> <p>17. Распределение Гаусса. Среднеквадратичная ошибка отдельного измерения и среднего значения.</p> <p>18. Что такое интерполяция и аппроксимация экспериментальных данных?</p> <p>19. Назовите области применения для измерения температуры метода термопары, метода терморезистора, метода сопротивления, метода цветowych индикаторов. Достоинства и недостатки этих методов.</p>
--	--

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	не предусмотрено

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	не предусмотрено

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области экспериментальных исследований, связанных с решением научно-инженерных физических задач, создание поддерживающей образовательной среды преподавания современных методов и средств научных исследований, предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области проведения экспериментальных исследований, способностей творческого осмысления получаемых результатов и видения новых перспектив в результате физических экспериментов.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

– учебно-методический материал по дисциплине;

Примерный перечень тем для самостоятельного изучения.

Темы	Изучаемые вопросы
1	Систематические и случайные ошибки. Абсолютная и относительная ошибка конечного результата измерений.
2	Классификация и способы оценки погрешности измерений. Вероятная погрешность. Представление окончательного результата.
3	Анализ результатов совместных измерений. Измерение функциональных зависимостей. Интерполяция и аппроксимация экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой