

КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР

Установа адукацыі
«Беларускі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя Максіма Танка»

ЗАПВЯРДЖАЮ

Прарактар па вучэбнай рабоце

В.М.Зелянкевіч



Рэгістрацыйны № УД 24-1-41-2019 вуч.

МАТЭМАТЫЧНЫ АНАЛІЗ
Вучэбная праграма ўстановы вышэйшай адукацыі
па вучэбнай дысцыпліне для спецыяльнасці:
1-02 05 01 Матэматыка і інфарматыка

2019 г.

Вучэбная праграма складзена на аснове тыпавай праграмы па вучэбнай дысцыпліне «Матэматычны аналіз» (рэгістрацыйны № ТД-А 492 / тып. ад 07.07.2014 г.) і вучэбнага плана спецыяльнасці 1-02 05 01 Матэматыка і інфарматыка

СКЛАДАЛЬНІКІ:

І.М.Гуло, загадчык кафедры матэматыкі і методыкі выкладання матэматыкі ўстанова адукацыі «Беларускі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя Максіма Танка», кандыдат фізіка-матэматычных навук, дацэнт;

Э.У.Шалік, дацэнт кафедры матэматыкі і методыкі выкладання матэматыкі ўстанова адукацыі «Беларускі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя Максіма Танка», кандыдат фізіка-матэматычных навук, дацэнт

РЭЦЭНЗЕНТЫ:

Т.М.Жаровіна, дацэнт кафедры тэорыі функцыі Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта, кандыдат фізіка-матэматычных навук, дацэнт;

Ю.А.Быкадораў, прафесар кафедры інфарматыкі і методыкі выкладання інфарматыкі ўстанова адукацыі «Беларускі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя Максіма Танка», кандыдат фізіка-матэматычных навук, дацэнт

РЭКАМЕНДАВАНА ДА ЗАЦВЯРДЖЭННЯ:


Кафедрай матэматыкі і методыкі выкладання матэматыкі
(пратакол № 12 ад 24.05.2019)

Загадчык кафедры  І.М.Гуло

Навукова-метадычным саветам установа адукацыі «Беларускі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя Максіма Танка»
(пратакол № 6 ад 18.06.2019)

Афармленне вучэбнай праграмы і суправаджальных яе матэрыялаў дзеючым патрабаванням Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь адпавядае

Метадыст ВМА БДПУ

 С.А.Старадуб
Дырэктар бібліятэкі
імя Н.П.Сямковіча

ТЛУМАЧАЛЬНАЯ ЗАПІСКА

Актуальнасць вывучэння вучэбнай дысцыпліны

Матэматычны аналіз – гэта галіна матэматыкі з характэрным аб’ектам вывучэння – зменнай велічынёй, своеасаблівым метадам даследавання – аналізам пры дапамозе бясконца малых ці пры дапамозе лімітавых пераходаў, вызначанай сістэмай асноўных паняццяў – функцыя, ліміт, вытворная, інтэграл, шэраг. Апарат дыферэнцыяльнага і інтэгральнага злічэння, які складае аснову матэматычнага аналізу, з’яўляецца матэматычнай базай усяго сучаснага прыродазнаўства.

Матэматычны аналіз займае цэнтральнае месца ў сістэме матэматычнай падрыхтоўкі студэнтаў матэматычных спецыяльнасцей, з’яўляецца тэарэтычнай асновай для вывучэння дыферэнцыяльных раўнанняў, тэорыі функцый. Метады і апарат матэматычнага аналізу шырока выкарыстоўваюцца ў тэорыі імавернасцей і фізіцы, таму матэматычны аналіз з’яўляецца неад’емнай часткай прафесійнай адукацыі.

Першачарговыя і найбольш важныя праблемы, якія будуць разглядацца ў працэсе выкладання вучэбнай дысцыпліны наступныя:

- удакладненне паняццяў рэчаіснага ліку, мноства, функцыі;
- развіццё тэорыі лімітаў і звязанага з гэтай тэорыяй паняцця непарыўнасці функцыі;
- пабудова апарату дыферэнцыяльнага і інтэгральнага злічэнняў;
- тэорыя шэрагаў.

Элементарнае ўяўленне аб рэчаісных ліках даецца ў курсе сярэдняй школы, але гэтага ўяўлення недастаткова для строгага і паслядоўнага вывучэння паняцця ліміту – аднаго з найважнейшых паняццяў матэматычнага аналізу. Таму для пабудовы строгай тэорыі лімітаў спачатку выкладаюцца некаторыя пытанні тэорыі рэчаісных лікаў, тэорыі мностваў, блізкія да адпаведных пытанняў тэорыі рэчаісных лікаў.

Далей разглядаюцца розныя формы аперацый лімітавага пераходу: спачатку найпрасцейшая форма аперацыі лімітавага пераходу, заснаваная на паняцці ліміту лікавай паслядоўнасці; потым уводзіцца больш складаная аперацыя лімітавага пераходу, заснаваная на паняцці ліміту функцыі. Вывучаецца непарыўнасць функцыі, разглядаюцца асноўныя элементарныя функцыі і вывучаюцца іх уласцівасці.

Затым уводзіцца фундаментальныя паняцці вытворнай і дыферэнцыяла функцыі, устанаўліваецца шэраг важных тэрэм, якія датычацца адвольных дыферэнцавальных функцый і з’яўляюцца вельмі эфектыўнымі пры вывучэнні паводзін функцый.

Паняцце вызначанага інтэграла для абмежаванай на адрэзку функцыі ўводзіцца пры дапамозе інтэгральных сум. Рашэнне геаметрычных задач пачынаецца з аналізу праблем, якія ўзнікаюць пры абагульненні паняцця плошчы плоскай фігуры адвольнай формы, пры азначэннях даўжыні часткі крывой лініі, аб’ёму цела вярчэння і плошчы паверхні вярчэння. Гэта дазваляе

лагічна абгрунтаваць вывад формул для вылічэння работы зменнай сілы, знаходжаньня цэнтраў мас крывых.

Тэорыя лікавых шэрагаў выкладаецца па класічнай схеме. Раўнамерная збежнасць функцыйных паслядоўнасцей і шэрагаў уводзіцца ў тэрмінах чабышоўскай адлегласці паміж функцыямі. Гэта палягчае студэнтам асэнсаванне зместу асноўных паняццяў функцыйнага аналізу.

Студэнты знаёмяцца з такімі важнымі паняццямі, як дыферэнцавальнасць функцыі некалькіх зменных, няўняўнасць функцыі, экстрэмум функцыі некалькіх зменных, кратныя і крывалінейныя інтэгралы.

У праграме змяшчаюцца дастасаванні асноўных паняццяў. Так з дапамогай тэорыі дыферэнцавальнасці функцый некалькіх зменных вызначаецца метады знаходжаньня абсалютнага экстрэмуму непарыўнай функцыі некалькіх зменных на кампактным мностве і распрацоўваецца метады Лагранжа – даследаванне функцый некалькіх зменных на ўмоўны экстрэмум.

У інтэгральным злічэнні для функцый некалькіх зменных выкладаюцца метады знаходжаньня плошчаў плоскіх фігур і паверхняў, аб'ёмаў цел, масы матэрыяльных фігур і цел, цэнтра цяжару фігур і цел, статыстычнага моманту.

Мэты і задачы вучэбнай дысцыпліны

Праграма складзена ў адпаведнасці з патрабаваннямі адукацыйнага стандарту вышэйшай адукацыі першай ступені навучання спецыяльнасці 1-02 05 01 «Матэматыка і інфарматыка».

Курс матэматычнага аналізу з'яўляецца профільным і ўваходзіць у цыкл спецыяльных дысцыплін. Метады і апарат матэматычнага аналізу знаходзяць сваё шырокае выкарыстанне і ў іншых матэматычных вучэбных дысцыплінах, а таксама ў інфарматыцы і фізіцы. Сучасная сістэма адукацыі мае патрэбу ў спецыялістах, якія здольныя самастойна, творча і якасна выконваць свае прафесійныя абавязкі. Таму выкладанне матэматычнага аналізу ў установе вышэйшай адукацыі павінна быць арганізавана такім чынам, каб будучыя выкладчыкі матэматыкі і інфарматыкі сярэдніх агульнаадукацыйных устаноў змаглі набыць неабходныя прафесійныя навыкі.

Асноўнымі *мэтамі* вучэбнай дысцыпліны «Матэматычны аналіз» з'яўляюцца:

- забеспячэнне студэнтаў матэматычнымі ведамі, неабходнымі для асэнсаванага вывучэння імі сумежных матэматычных дысцыплін, а таксама якаснай прафесійнай дзейнасці;
- навуковае абгрунтаванне паняццяў матэматычнага аналізу, якое забяспечвае правільнае і поўнае разуменне асноў аналізу, якія ўваходзяць у школьны курс матэматыкі;
- авалодванне асновамі дыферэнцыяльнага і інтэгральнага злічэнняў і ведамі асноўных галін іх прыкладання;
- азнаямленне з асновамі тэорыі лікавых і ступеневых шэрагаў і асноўнымі метадамі іх даследавання;
- авалодванне метадамі матэматычнага мадэлявання.

У працэсе вывучэння вучэбнай дысцыпліны «Матэматычны аналіз» перад выкладчыкам ставяцца наступныя *задачы*:

- пры дапамозе матэматычнага аналізу як часткі агульначалавечай культуры спрыяць фарміраванню высокамаральнага грамадзяніна;
- развіць у студэнтаў перакананасць, што без глыбокага вывучэння матэматычнага аналізу яны не змогуць авалодаць сумежнымі матэматычнымі дысцыплінамі;
- навучыць карыстацца метадамі матэматычнага аналізу;
- навучыць ўжываць адпаведны матэматычны апарат, выкарыстоўваць матэматычныя метады пры даследаванні і рашэнні канкрэтных задач;
- дапамагчы развіць студэнтам іх здольнасці да абстрактнага мыслення, пераўтвараючы матэматычныя веды ў інструмент пазнання навакольнага свету;
- скласці ўяўленне аб месцы матэматычнага аналізу ў сістэме навук, аб адрозненні прыкладной матэматыкі ад фундаментальнай;
- пазнаёміць з асновамі матэматычнага мадэлявання.

Змест праграмы разлічана на творчую *міжпрадметную ўзаемасувязь* з іншымі навучальнымі дысцыплінамі, прадугледжанымі вучэбным планам спецыяльнасці («Аналітычная геаметрыя і пераўтварэння плоскасці», «Аналітычная геаметрыя і пераўтварэння плоскасці», «Аналітычная геаметрыя і пераўтварэння плоскасці», «Тэорыя функцый») і на набывшчы студэнтамі ведаў па асноўных паняццях матэматычнага аналізу; на засваенне навуковых этапаў развіцця лікавых мностваў і элементарных функцый; метадаў інтэгравання і формул для знаходжання даўжынь, плошчаў і аб'ёмаў; дынамікі развіцця паняцця ліміту і збежнасці, уключаючы шэрагі і вызначаныя інтэгралы; элементы тэорыі функцыйных шэрагаў; уласцівасці апэратараў у метрычных і лінейных унармаваных прасторах. Пры вывучэнні вучэбнай дысцыпліны неабходна пастаянна падкрэсліваць прыкладны характар і ўзаемасувязь асноўных паняццяў матэматычнага аналізу, паказваць іх канкрэтнае прымяненне ў тэхніцы, вытворчасці, побыце. Методыка арганізацыі і правядзення практычных заняткаў павінна спрыяць развіццю крэатыўных здольнасцей кожнага студэнта і набывшчыю імі навыкаў самастойнай работы. Пры гэтым заняткі зарыентаваны на шырокае выкарыстанне сучасных камп'ютэрных тэхналогій і тэхнічных сродкаў навучання.

У працэсе рэалізацыі праграмы мэтазгодна звяртаць увагу на арганізацыю вучэбна-даследчай работы студэнтаў. Гэтая работа арганічна ўключаецца ў навучальны працэс пры злучэнні з усімі відамі заняткаў.

Патрабаванні да засваення вучэбнай дысцыпліны

Патрабаванні да ўзроўню засваення зместу вучэбнай дысцыпліны «Матэматычны аналіз» вызначаны адукацыйным стандартам вышэйшай адукацыі па спецыяльнасці 1-02 05 01 Матэматыка і інфарматыка.

Вывучэнне дысцыпліны «Матэматычны аналіз» павінна забяспечыць фарміраванне ў студэнтаў акадэмічных, сацыяльна-асобасных і прафесійных кампетэнцый.

Патрабаванні да акадэмічных кампетэнцый

Спецыяліст павінен:

АК-1. Умець прымяняць базавыя навукова-тэарэтычныя веды для вырашэння тэарэтычных і практычных задач.

АК-2. Валодаць метадамі навукова-педагагічнага даследавання.

АК-3. Валодаць даследчымі навыкамі.

АК-4. Умець працаваць самастойна.

АК-5. Быць здольным спараджаць новыя ідэі (валодаць крэатыўнасцю).

АК-6. Валодаць міждысцыплінарным падыходам пры вырашэнні праблем.

АК-7. Мець навыкі, якія звязаныя з выкарыстаннем тэхнічных прылад, кіраваннем інфармацыяй і працай з кампутарам.

АК-8. Валодаць навыкамі вуснай і пісьмовай камунікацыі.

АК-9. Умець вучыцца, павышаць сваю кваліфікацыю на працягу ўсяго жыцця.

Патрабаванні да сацыяльна-асобасных кампетэнцый

Спецыяліст павінен:

СЛК-3. Валодаць здольнасцю да міжасобаснай камунікацыі.

СЛК-5. Быць здольным да крытыкі і самакрытыкі.

СЛК-6. Умець працаваць у камандзе.

Патрабаванні да прафесійных кампетэнцый

Спецыяліст павінен быць здольны:

Навучальная дзейнасць

ПК-1. Кіраваць вучэбна-пазнавальнай і вучэбна-даследчай дзейнасцю навучэнцаў.

ПК-2. Выкарыстоўваць аптымальныя метады, формы і сродкі навучання.

ПК-3. Арганізоўваць і праводзіць навучальныя заняткі розных відаў і формаў.

ПК-4. Арганізоўваць самастойную працу навучэнцаў.

Каштоўнасна-арыентаванай дзейнасць

ПК-17. Ажыццяўляць прафесійныя самаадукацыю і самавыхаванне з мэтай удасканалення прафесійнай дзейнасці.

Праграма ўлічвае асаблівасці выкладання матэматычнага аналізу будучым настаўнікам матэматыкі і інфарматыкі, што выяўляецца, перш за ўсё, наяўнасцю шматлікіх ілюстрацый выкарыстанняў матэматычнага аналізу ў фізіцы і інфарматыцы.

У выніку вывучэння вучэбнай дысцыпліны студэнт павінен

ведаць:

асноўныя паняцці і вынікі дыферэнцыяльнага і інтэгральнага злічэнняў функцый адной і некалькіх рэчаісных зменных;

метады доказаў і алгарытмы рашэння задач матэматычнага аналізу;

новыя дасягненні ў галіне матэматычнага аналізу і іх выкарыстанне ў задачах прыродазнаўства.

У выніку вывучэння вучэбнай дысцыпліны студэнт павінен *умець*:

знаходзіць ліміты, дыферэнцаваць і інтэграваць;

даследаваць функцыі і будаваць іх графікі;

даследаваць на збежнасць лікавыя і функцыйныя шэрагі;

параўноўваць спосабы ўвядзення асноўных элементарных функцый у школе і ўстанове вышэйшай адукацыі;

карыстацца вучэбна-метадычнай і даведачнай літаратурай.

У выніку вывучэння вучэбнай дысцыпліны студэнт павінен *валодаць*:

асноўнымі метадамі інтэгравання і дыферэнцавання функцый, шэрагаў і інтэгралаў;

метадамі доказаў і аналітычнага даследавання функцый, шэрагаў і інтэгралаў на непарыўнасць, збежнасць, раўнамерную збежнасць;

навыкамі самаадукацыі і спосабамі выкарыстання апарата матэматычнага аналізу пры правядзенні матэматычных і міжпрадметных даследаванняў.

Структура вучэбнай дысцыпліны

Тыповым вучэбным планам на вывучэнне вучэбнай дысцыпліны «Матэматычны аналіз» прадугледжана 656 гадзін, з якіх 296 гадзіны складаюць аўдыторныя заняткі: лекцыі – 148 гадзін (з іх 8 гадзін КСР), практычныя заняткі – 148 гадзін (з іх 8 гадзіны КСР); на самастойную работу – 216 гадзін.

Размеркаванне гадзін па семестрах

Семестр	Усяго	Лекцыі /КСР	Практычныя заняткі/КСР	Самастойная работа	Форма кантролю
I	168	36/2	36/2	56	Экзамен (36)
II	168	36/2	36/2	56	Экзамен (36)
III	160	34/2	34/2	52	Экзамен (36)
IV	160	34/2	34/2	52	Экзамен (36)
Усяго за перыяд навучання	656	140/8	140/8	216	144

ЗМЕСТ ВУЧЭБНАГА МАТЭРЫЯЛУ

1. Уводзіны ў аналіз

1.1. Мноствы. Мноствы і аперацыі над імі. Мноства рэчаісных лікаў, лікавая прамая. Прамежкі. Наваколле рэчаіснага ліку і яго ўласцівасці. Абмежаваныя і неабмежаваныя лікавыя мноствы. Дакладная верхняя мяжа і дакладная ніжняя мяжа мноства. Аксіёма Архімеда. Няроўнасць Бернулі.

1.2. Функцыі. Дэкартавы здабытак мностваў. Адпаведнасць паміж мноствамі. Азначэнне функцыі. Звужэнне функцыі. Кампазіцыя функцый. Рэчаісная функцыя рэчаіснай зменнай. Графік функцыі. Спосабы задання функцыі. Манатонныя функцыі. Абмежаваныя і неабмежаваныя, перыядычныя, цотныя, няцотныя функцыі.

1.3. Ліміт лікавай паслядоўнасці. Азначэнне лікавай паслядоўнасці. Азначэнне ліміту лікавай паслядоўнасці. Збежныя і разбежныя паслядоўнасці. Адзінасць ліміту.

Паняцце бясконца малой і бясконца вялікай паслядоўнасці. Асноўныя ўласцівасці бясконца малых паслядоўнасцей. Абмежаваныя і неабмежаваныя паслядоўнасці. Абмежаванасць збежнай паслядоўнасці. Арыфметычныя аперацыі над збежнымі паслядоўнасцямі. Лімітавы пераход у няроўнасцях. Нарастальныя, спадальныя, неспадальныя, ненарастальныя паслядоўнасці. Тэарэма пра ліміт неспадальнай абмежаванай зверху паслядоўнасці. Лік «e» як ліміт паслядоўнасці.

Паслядоўнасці ўкладзеных адрэзкаў. Прынцып укладзеных адрэзкаў Кантара. Падпаслядоўнасць. Тэарэма Бальцана-Вейерштраса аб існаванні збежнай падпаслядоўнасці ў абмежаванай паслядоўнасці.

Тэарэма аб збежнасці падпаслядоўнасці збежнай паслядоўнасці. Паняцце фундаментальнай паслядоўнасці. Крытэрыі Кашы існавання ліміту паслядоўнасці.

1.4. Ліміт функцыі. Лімітавыя і ізаляваныя пункты мноства. Азначэнне ліміту функцыі ў пункце па Кашы, па Гэйне. Геаметрычная інтэрпрэтацыя. Эквівалентнасць азначэнняў ліміту функцыі па Кашы і па Гэйне.

Адзінасць ліміту, лакальная абмежаванасць функцыі, якая мае канечны ліміт. Тэарэмы аб ліміце сумы, здабытку, дзелі функцый, якія маюць ліміты ў пункце. Лімітавы пераход у няроўнасцях. Першы грунтоўны ліміт. Крытэрыі Кашы існавання ліміту функцыі.

Азначэнне аднабаковых лімітаў, канечныя ліміты на бясконцасці. Бясконцыя ліміты.

Кампазіцыя функцый, тэарэма пра ліміт складанай функцыі. Другі грунтоўны ліміт. Ліміт функцыі па мноству.

Асноўныя ўласцівасці бясконца малых функцый. Параўнанне бясконца малых і бясконца вялікіх функцый.

1.5. Непарыўныя функцыі і іх уласцівасці. Паняцце непарыўнасці функцыі ў пункце (розныя фармулёўкі азначэння непарыўнасці). Аднабаковая непарыўнасць. Пункты разрыву функцыі і іх класіфікацыя. Непарыўнасць

функцыі на мностве. Непарыўнасць сумы, здабытку, дзелі дзвюх функцый. Прыклады. Лакальная абмежаванасць непарыўнай у пункце функцыі. Непарыўнасць складанай функцыі.

Тэарэма Бальцана-Кашы аб непарыўных на адрэзку функцыях. Тэарэмы Вейерштраса аб непарыўных на адрэзку функцыях. Тэарэма аб абсягу значэнняў непарыўнай на прамежку функцыі.

Тэарэма пра існаванне і непарыўнасць адваротнай функцыі. Паняцце раўнамернай непарыўнасці. Тэарэма Кантара.

2. Дыферэнцыяльнае злічэнне функцыі адной зменнай

2.1. Вытворная і дыферэнцыял функцыі. Фізічныя задачы, якія прыводзяць да паняцця вытворнай. Азначэнне вытворнай, механічны сэнс вытворнай. Левая і правая вытворныя. Азначэнне дыферэнцавальнай функцыі. Сувязь паміж непарыўнасцю і дыферэнцавальнасцю функцыі.

Паняцце датычнай. Датычная да графіка дыферэнцавальнай функцыі. Раўнанні датычнай і нармалі да графіка дыферэнцавальнай функцыі.

Тэарэмы аб вытворнай сумы, здабытку, дзелі функцый. Вытворная складанай функцыі. Вытворная адваротнай функцыі. Вытворная паказчыкавай, лагарыфмічнай, ступеневай, трыганаметрычных, адваротных трыганаметрычных функцый.

Азначэнне вытворнай вышэйшага парадку. Формула Лейбніца. Механічны сэнс другой вытворнай.

Паняцце параметрызаванага шляху. Крывая Жардана. Функцыі, зададзеныя параметрычна, іх дыферэнцаванне. Датычная да крывой Жардана. Паняцце вектаразначнай функцыі.

Азначэнне дыферэнцыяла функцыі. Дыферэнцыял сумы, здабытку, дзелі. Геаметрычны і фізічны сэнсы дыферэнцыяла. Ужыванне дыферэнцыяла для набліжаных вылічэнняў.

Дыферэнцыял складанай функцыі. Інварыянтнасць формы першага дыферэнцыяла. Дыферэнцыялы вышэйшага парадку.

2.2. Тэарэмы аб сярэднім значэнні для дыферэнцавальнай функцыі. Тэарэма Ферма. Тэарэма Роля. Тэарэма Лагранжа. Тэарэма Кашы.

2.3. Выкарыстанні дыферэнцыяльнага злічэння. Крытэрыі сталасці функцыі на прамежку. Дастатковыя ўмовы строгай манатоннасці функцыі на прамежку.

Правіла Лапіталя для раскрыцця нявызначанасцей. Формулы Тэйлара. Розныя формы астаткавага складніка. Формула Маклорэна. Расклады некаторых элементарных функцый.

Паняцце экстрэмуму функцыі. Неабходныя ўмовы экстрэмуму. Дастатковыя ўмовы экстрэмуму. Выпуклыя функцыі. Пункты перагібу. Дастатковая ўмова наяўнасці пунктаў перагібу.

Асімптоты, скарыстанне дыферэнцыяльнага злічэння пры пабудове графіка функцыі. Прыклады пабудовы графікаў функцый, якія зададзены параметрычна.

3. Інтэгральнае злічэнне для функцыі адной зменнай

3.1. Нявызначаны інтэграл. Задача аднаўлення функцыі па яе вытворнай. Азначэнне і ўласцівасці нявызначанага інтэграла і першаіснай. Табліца асноўных інтэгралаў.

Метады інтэгравання: інтэграванне падстаноўкай, замена зменных, інтэграванне часткамі.

Інтэграванне рацыянальных функцый: правільныя і няправільныя дроби, дзяленне мнагаскладу на мнагасклад, тэарэма пра расклад правільнага рацыянальнага дроби на прасцейшыя.

Інтэграванне трыганаметрычных функцый.

Інтэграванне прасцейшых ірацыянальных функцый. Падстаноўкі Эйлера. Паняцце дыферэнцыяльнага бінома. Тэарэма П.Л.Чэбышова.

3.2. Вызначаны інтэграл.

Задачы, якія прыводзяць да паняцця вызначанага інтэграла. Паняцце вызначанага інтэграла. Інтэгральная сума. Вызначаны інтэграл, як ліміт інтэгральных сум. Сумы Дарбу і іх ўласцівасці. Крытэрыі існавання вызначанага інтэграла.

Класы інтэгральных функцый. Інтэгральнасць непарыўных і манатонных функцый. Дастатковая прымета інтэгральнасці разрыўнай функцыі.

Геаметрычны сэнс вызначанага інтэграла. Уласцівасці вызначанага інтэграла. Ацэнкі інтэгралаў. Тэарэма аб сярэднім значэнні інтэграла. Азначэнне інтэграла са зменным верхнім лімітам. Дыферэнцавальнасць інтэграла са зменным верхнім лімітам. Існаванне першаіснай непарыўнай функцыі. Формула Ньютана – Лейбніца. Інтэгральнае азначэнне лагарыфмічнай функцыі.

3.3. Выкарыстанні вызначанага інтэграла. Квадральнасць плоскіх фігур. Праблема вызначэння плошчы плоскай фігуры адвольнай формы. Нутраная і вонкавая плошчы. Квадральнасць круга. Крытэрыі квадральнасці. Уласцівасці плошчаў.

Дастатковая ўмова квадральнасці. Формула плошчы плоскай фігуры з граніцай, якая зададзена яўна і параметрычна ў дэкартавых каардынатах. Прынцып Кавальеры для плошчаў. Формула плошчы крывалінейнага сектара ў палярных каардынатах.

Кубавальнасць целаў. Вылічэнне аб'ёму цела праз плошчу папярочнага сечыва. Аб'ём цела вярчэння.

Вылічэнне даўжыні гладкай крывой. Паняцці выпрастальнай дугі і яе даўжыні. Формулы даўжыні плоскай крывой. Дыферэнцыял дугі.

Паняцце квадральнай паверхні. Плошча паверхні вярчэння.

3.4. Няўласныя інтэгралы. Няўласныя інтэгралы першага і другога роду. Абсалютная збежнасць. Прыметы збежнасці.

4. Асноўныя структуры матэматычнага аналізу

4.1. Метрычныя прасторы. Азначэнне і прыклады метрычных прастораў. Наваколле пункта. Лімітавы пункт мноства. Унутранасць, замыканне і граніца мноства. Адкрытыя і замкнутыя мноствы. Збежныя паслядоўнасці. Поўныя метрычныя прасторы.

4.2. Адлюстраванні метрычных прастораў. Адлюстраванні метрычных прастораў. Ліміт, непарыўнасць і раўнамерная непарыўнасць адлюстраванняў. Паняцце кампактнасці. Кампакт у R^n . Асноўныя ўласцівасці непарыўных адлюстраванняў кампактаў. Тэарэма Банаха аб сціскальным адлюстраванні.

4.3. Унармаваныя прасторы. Лінейныя мнагастайнасці. Унармаваныя прасторы. Непарыўныя лінейныя аператары.

4.4. Гільбертавыя прасторы. Лінейныя прасторы са скалярным здабыткам. Гільбертавыя прасторы.

5. Дыферэнцыяльнае злічэнне функцыі некалькіх зменных

5.1. Ліміт і непарыўнасць функцыі некалькіх зменных. Рэчаісная функцыя n рэчаісных зменных як функцыя пункта n -мернай эўклідавай прасторы. Графік функцыі дзвюх зменных. Лініі ўзроўню рэчаіснай функцыі некалькіх рэчаісных зменных. Ліміт функцыі некалькіх зменных. Паўторныя ліміты. Непарыўнасць функцыі. Непарыўнасць кампазіцыі непарыўных функцый

5.2. Частковыя вытворныя і дыферэнцыял функцыі некалькіх зменных. Дыферэнцавальнасць функцыі некалькіх зменных. Паняцце частковых вытворных функцыі некалькіх зменных. Правіла вылічэння частковых вытворных. Дыферэнцавальнасць функцыі ў пункце. Сувязь паміж дыферэнцавальнасцю і непарыўнасцю. Сувязь паміж дыферэнцавальнасцю і існаваннем частковых вытворных. Дастатковыя ўмовы дыферэнцавальнасці функцыі ў тэрмінах частковых вытворных.

Паняцце дыферэнцыяла функцыі некалькіх зменных. Уласцівасці дыферэнцыяла. Геаметрычны сэнс частковых вытворных і поўнага дыферэнцыяла функцыі дзвюх зменных. Датычная плоскасць і нармаль да паверхні. Дыферэнцаванне складанай функцыі. Частковыя вытворныя. Поўная вытворная. Інварыянтнасць формы першага дыферэнцыяла адносна выбару зменных.

Паняцце вытворнай па кірунку. Існаванне і вылічэнне вытворнай па кірунку. Градыент.

Паняцце частковых вытворных вышэйшых парадкаў. Доказ тэарэмы аб роўнасці змешаных частковых вытворных.

Паняцце дыферэнцыялаў вышэйшых парадкаў. Другі дыферэнцыял функцыі дзвюх зменных. Дыферэнцыял парадку m у мнагамерным выпадку.

5.3. Экстрэмум функцыі некалькіх зменных. Азначэнне пунктаў лакальнага экстрэмуму функцыі некалькіх зменных. Неабходная ўмова лакальнага экстрэмуму. Дастатковыя ўмовы лакальнага экстрэмуму для функцыі дзвюх зменных.

Правіла знаходжання абсалютнага экстрэмуму непарыўнай функцыі некалькіх зменных на кампакце.

Паняцце ўмоўнага экстрэмуму функцыі некалькіх зменных. Неабходная ўмова ўмоўнага экстрэмуму. Метад множнікаў Лагранжа для знаходжання пунктаў умоўнага экстрэмуму.

5.4. Няяўныя функцыі. Паняцце няяўных функцый, якія зададзены адным раўнаннем. Тэарэма існавання, непарыўнасці і дыферэнцавальнасці няяўнай функцыі. Вылічэнне частковых вытворных няяўнай функцыі. Датычная плоскасць і нармаль да паверхні, якая зададзена няяўным раўнаннем.

6. Інтэгральнае злічэнне функцыі некалькіх зменных

6.1. Кратныя інтэгралы. Азначэнне двайнога інтэграла. Разбіўка плоскай фігуры. Інтэгральныя сумы і двайны інтэграл. Геаметрычны сэнс двайнога інтэграла. Асноўныя ўласцівасці двайнога інтэграла. Існаванне двайнога інтэграла. Дастатковыя ўмовы інтэгральнасці функцыі.

Прыкладнае двайнога інтэграла да паўторнага ў выпадку прамавугольнага абсягу. Прыкладнае двайнога інтэграла да паўторнага ў выпадку крывалінейнага абсягу. Замена зменных. Агульны выпадак. Двайны інтэграл у палярных каардынатах.

Паняцце трайнога інтэграла. Існаванне трайнога інтэграла, яго ўласцівасці і вылічэнне. Замена зменных у трайным інтэграле. Цыліндрычныя і сферычныя каардынаты.

6.2. Некаторыя выкарыстанні кратных інтэгралаў. Плошча паверхні. Вылічэнне плошчы плоскіх фігур з дапамогай двайнога інтэграла. Вылічэнне аб'ёмаў цел з дапамогай кратных інтэгралаў.

6.3. Крывалінейныя інтэгралы. Азначэнне крывалінейнага інтэграла па даўжыні дугі. Тэарэма існавання. Уласцівасці. Азначэнне крывалінейнага інтэграла па каардынатах. Вылічэнне крывалінейных інтэгралаў.

Вывод формулы Грына. Выкарыстанне крывалінейнага інтэграла для знаходжання плошчы плоскай фігуры. Умовы незалежнасці крывалінейнага інтэграла ад шляху інтэгравання. Аднаўленне функцыі дзвюх зменных па яе поўнаму дыферэнцыялу.

7. Шэрагі

7.1. Лікавыя шэрагі. Паняцці лікавага шэрагу і яго сумы. Збежныя, разбежныя шэрагі. Крытэрыі Кашы збежнасці лікавага шэрагу.

Крытэрыі збежнасці шэрагаў з дадатнымі складнікамі. Прыметы збежнасці знакададатных лікавых шэрагаў: параўнання, Даламбера, Кашы і інтэгральная.

Знаказменныя шэрагі. Абсалютная і ўмоўная збежнасці знаказменнага шэрагу. Перастаноўка складнікаў абсалютна збежнага шэрагу. Тэарэма Рымана. Знакачаргавальныя шэрагі. Тэарэма Лейбніца.

7.2. Функцыйныя паслядоўнасці і шэрагі. Чабышоўская адлегласць паміж функцыямі. Функцыйныя паслядоўнасці і шэрагі. Абсяг збежнасці.

Папунктавая і раўнамерная збежнасці. Крытэрыі Кашы раўнамернай збежнасці шэрагаў.

Умова непарыўнасці ліміту раўнамерна збежнай паслядоўнасці. Умова непарыўнасці сумы раўнамерна збежнага шэрагу.

7.3. Паскладовае інтэграванне і дыферэнцаванне функцыйных паслядоўнасцей і шэрагаў. Тэарэмы аб паскладовым інтэграванні і дыферэнцаванні функцыйных паслядоўнасцей і шэрагаў.

7.4. Ступеневыя шэрагі. Ступеневыя шэрагі. Тэарэма Абеля. Інтэрвал і радыус збежнасці. Раўнамерная збежнасць ступеневага шэрагу. Непарыўнасць сумы ступеневага шэрагу. Інтэграванне і дыферэнцаванне ступеневых шэрагаў.

7.5. Шэраг Тэйлара. Раскладанне функцыі ў ступеневы шэраг. Адзінасць раскладання. Шэраг Тэйлара і яго астача. Умовы раскладання функцый у шэраг Тэйлара. Раскладанне ў ступеневыя шэрагі функцый e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $\arctg x$, $(1+x)^a$. Выкарыстанні ступеневых шэрагаў.

8. Элементарныя функцыі.

Ступеневая функцыя з паказнікам n і $1/n$, дзе n – натуральны лік (азначэнне, уласцівасці). Існаванне арыфметычнага кораня. Ступеневая функцыя з рацыянальным паказнікам. Азначэнне і ўласцівасці ступені дадатнага ліку з рацыянальным паказнікам. Уласцівасці ступеняў з рэчаісным паказнікам. Паказнікавая функцыя. Азначэнне, уласцівасці, графік. Існаванне лагарыфмаў. Лагарыфмічная функцыя і яе ўласцівасці. Сувязь паміж лагарыфмамі з рознымі асновамі. Ступеневая функцыя з ірацыянальным паказнікам. Трыганаметрычныя функцыі (азначэнне, асноўныя ўласцівасці). Адваротныя трыганаметрычныя функцыі (азначэнне, асноўныя ўласцівасці). Непарыўнасць элементарных функцый.

ВУЧЭБНА-МЕТАДЫЧНАЯ КАРТА

№ раздзела, тэмы	Назвы раздзелаў, тэмы заняткаў, пералік вивучаемых пытанняў.	Колькасць аўдыторных гадзін				Самастойная работа студэнта	Матэрыяльнае забеспячэнне занятка	Літаратура	Формы кантролю ведаў
		Лекцыі	Практычныя заняткі	Кіруемая самастойная работа студэнта					
				Лекцыі	Практычныя заняткі				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 семестр									
1	Уводзіны ў аналіз	18	18	2	2	36			
1.1	Мноствы	2	1						
	Мноствы 1. Мноствы і аперацыі над імі. 2. Мноства сапраўдных лікаў, лікавая прамая. Прамежкі. 3. Наваколле сапраўднага ліка і яго ўласцівасці. 4. Абмежаваныя і неабмежаваныя лікавыя мноствы. Дакладная верхняя мяжа і дакладная ніжняя мяжа мноства. 5. Аксиёма Архімеда. Няроўнасць Бернулі.	2					Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [12]	Фронтальнае апытанне
	Мноствы 1. Мноствы і аперацыі над імі. 2. Мноства сапраўдных лікаў, лікавая прамая. Прамежкі.		1				Метадычны дапаможнік [6]	[4], [12]	Самастойная работа

	3.Наваколле сапраўднага ліка і яго ўласцівасці. 4. Абмежаваныя і неабмежаваныя лікавыя мноствы. 5. Знаходжанне дакладнай верхняй мяжы і дакладнай ніжняй мяжы мноства.								
1.2	Функцыі	2	1			6			
	Функцыі. 1.Дэкартавы здабытак мностваў. 2.Адпаведнасць паміж мноствамі. Азначэнне функцыі. 3.Сапраўдная функцыя сапраўднай зменнай. Графік функцыі. 4.Спосабы задання функцыі. Кампазіцыя функцый. 5.Манатонныя функцыі. Абмежаваныя і неабмежаваныя, перыядычныя, цотныя, няцотныя функцыі. 6.Звужэнне, пашырэнне функцыі.	2				2	Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [12]	Фронтальнае апытанне
	Функцыі. 1.Сапраўдная функцыя сапраўднай зменнай. 2.Рашэнне задач на знаходжанне абсягу вызначэння функцыі. 3.Даследванне функцыі на цотнасць, манатоннасць, перыядычнасць.		1			2	Метадычны дапаможнік [6]	[4], [12]	Рэйцінгавая праца №1 па тэмам 1.1–1.3
1.3	Ліміт лікавай паслядоўнасці	5	6	1		10			
	Ліміт лікавой паслядоўнасці. 1.Паняцце лікавай паслядоўнасці. 2.Ліміт лікавай паслядоўнасці. Яго адзінасць. 3.Збежныя, разбежныя паслядоўнасці. 4.Абмежаваныя паслядоўнасці.	2						[4], [12]	Індывідуальны кантроль
	Ліміт лікавай паслядоўнасці . 1.Даследванне абмежаванасці лікавай паслядоўнасці. 2.Рашэнне задач на даследванне збежнасці паслядоўнасці пры дапамозе азначэння ліміта паслядоўнасці. 3.Метад матэматычнай індукцыі. 4.Выкарыстоўванне метада матэматычнай індукцыі пры рашэнні задач і доказе тэарэм.		2			2	Метадычны дапаможнік [6]	[4], [6], [8], [10]	1. Вуснае апытанне. 2. Абарона справаздачы па індывідуальнаму заданні
	Бясконца малыя і бясконца вялікія паслядоўнасці.	2				2		[4], [12]	Тэсціраванне па

	1. Азначэнне бясконца малой і бясконца вялікай паслядоўнасці 2. Тэарэмы аб бясконца малых і вялікіх. 3.Арэфмітычныя аперацыі над збежнымі паслядоўнасцямі. 4.Лімітавы пераход у няроўнасцях.								тэме: “Ліміт лікавай паслядоўнасці”
	Уласцівасці лікавых паслядоўнасцей. 1. Даследванне збежнасці лікавай паслядоўнасці пры дапамозе тэарэмы аб ліміце прамежкавай паслядоўнасці. 2. Вылічэнне лімітаў лікавых паслядоўнасцей		2			2		[4], [6], [8], [10]	Вуснае апытанне
	Манатонныя паслядоўнасці. 1.Нарастальная, спадальная, ненарастальная, неспадальная паслядоўнасці. 2. Тэарэма аб ліміту неспадальнай абмежаванай зверху паслядоўнасці.. 3.Лік “e” як ліміт лікавай паслядоўнасці.	1				2		[4], [12]	Фронтальнае апытанне
	Уласцівасці манатонных паслядоўнасцей. 1. Даследванне збежнасці манатонных паслядоўнасцей.		1				Метадычны дапаможнік [6]	[4], [6], [8], [10]	Вуснае апытанне
	Паслядоўнасць укладзеных адрэзкаў. Крытэрыі Кашы. 1.Паслядоўнасць укладзеных адрэзкаў. 2.Прынцып укладзеных адрэзкаў. 3.Падпаслядоўнасць. 4.Тэарэма Бальцана-Вейерштраса аб існаванні збежнай падпаслядоўнасці ў абмежаванай паслядоўнасці. 5.Тэарэма аб збежнасці падпаслядоўнасці збежнай паслядоўнасці. 6.Крытэрыі Кашы існавання ліміту паслядоўнасці.				1			[12]	Рэйцінгавая работа №1 па тэмам 1.1–1.3
	Крытэрыі Кашы. 1.Тэарэма аб збежнасці падпаслядоўнасці збежнай паслядоўнасці. 2.Крытэрыі Кашы існавання ліміту паслядоўнасці.		1			2		[12]	Фронтальнае апытанне
1.4	Ліміт функцыі	5	4	1/2	2	10			
	Ліміт функцыі ў пункце. 1.Лімітавыя і ізаляваныя пункты мноства. 2.Азначэнне ліміту функцыі ў пункце па Кашы і па Гейне.	1				2		[4], [12]	Фронтальнае апытанне

3.Геаметрычная інтэрпрэтацыя.								
Ліміт функцыі у пункце па Кашы і па Гейне. 1. Доказ існавання ліміта функцыі ў пункце па Гейне. 2. Доказ існавання ліміта функцыі ў пункце па Кашы. 3. Метады вылічэння лімітаў функцый.		1		1	2	Метадычны дапаможнік [6]	[4], [6], [8], [10]	Самастойная работа
Эквівалентнасць азначэнняў ліміта функцыі па Кашы і па Гейне. 1.Доказ адпаведнай тэарэмы.			1/2			Метадычны дапаможнік [6]	[4], [12]	
Уласцівасці збежных функцый. 1.Лакальная абмежаванасць функцый, якія маюць канечны ліміт. 2.Тэарэмы аб ліміце суммы, здабытку, дзелі функцый, якія маюць ліміт у пункце. 3.Лімітавы пераход у няроўнасцях. 4. Тэарэма аб ліміту складанай функцыі. 4.Першы і другі грунтоўныя ліміты. 5.Крытэрыі Кашы існавання ліміту функцыі.	2						[4], [12]	Індывідуальны кантроль
Аднабаковы ліміты. Ліміты на бясконцасці. Бясконцыя ліміты. 1. Азначэнне аднабаковых лімітаў. 2. Сувязь паміж аднабаковымі лімітамі і лімітам функцыі ў пункце. 3.Азначэнне бясконцых лімітаў. 4. Азначэнне лімітаў на бясконцасці.	2				2		[4], [12]	Індывідуальны кантроль
Аднабаковы ліміты. Ліміты на бясконцасці. 1.Вылічэнне аднабаковых лімітаў. 2. Пабудова графікаў функцый. 3. Вылічэнне лімітаў на бясконцасці. 4.Ліміт складанай функцыі. 5. Другі грунтоўны ліміт. 6.Ліміт функцыі па мноству.		2			2	ВМК	[4], [6], [8], [10]	1. Праца ў рознаўзроўневых групах. 2. Індывідуальны кантроль. 3. Франтальнае апытанне.
Другі грунтоўны ліміт. 1. Вылічэнне лімітаў функцый пры дапамозе грунтоўных		1		1	2	Лекцыі (электронныя)	[4], [6], [8], [10]	Самастойная работа

	лімітаў. 2. Параўнанне бясконца малых і бясконца вялікіх функцый. 3. Вылічэнне лімітаў функцый пры дапамозе эквівалентных функцый.						носьбіты). ВМК		
1.5	Непарыўныя функцыі і іх уласцівасці	4	6	1/2		10			
	Непарыўнасць функцыі. 1. Непарыўнасць функцыі ў пункце і на мностве. 2. Розныя фармулёўкі азначэння непарыўнасці. 3. Аднабаковая непарыўнасць. 4. Пункты разрыву функцыі і іх класіфікацыя. 5. Непарыўнасць сумы, здабытку, дзелі функцый. 6. Лакальная абмежаванасць непарыўнай у пункце функцыі. 7. Непарыўнасць складанай функцыі.	2						[4], [12]	Індывідуальны кантроль
	Непарыўнасць функцыі ў пункце. 1. Даследванне функцыі на непарыўнасць. 2. Знаходжанне пунктаў разрыву функцыі.		2			4	Метадычны дапаможнік [6]	[4], [6], [8], [10]	Самастойная работа
	Уласцівасці функцый непарыўных на адрэзку. 1. Тэарэмы Бальцана-Вейерштраса аб функцыях непарыўных на адрэзку. 2. Тэарэмы Вейерштраса аб функцыях непарыўных на адрэзку. 3. Тэарэма аб існаванні і непарыўнасці адваротнай функцыі. 4. Структура абсягу значэнняў непарыўнай функцыі.	2				2		[4], [12]	Тэсціраванне па тэме “Непарыўнасць”
	Уласцівасці функцый непарыўных на мностве. 1. Непарыўнасць функцыі на адрэзку. 2. Існаванне і непарыўнасць адваротнай функцыі. 3. Структура абсягу значэнняў непарыўнай функцыі.		2				Метадычны дапаможнік [6]	[4], [6], [8], [10]	Індывідуальны кантроль. Фронтальнае апытанне
	Раўнамерная непарыўнасць 1. Даследванне функцыі на раўнамерную непарыўнасць			1/2		4	Метадычны дапаможнік [6]	[4], [6], [8], [10]	Вуснае апытанне
	Ліміт лікавай паслядоўнасці. Ліміт функцыі. Непарыўнасць фуункцыі.		2				Заданні для кантрольнай работы	[4], [6], [8], [10]	Рэйцінгавая работа №2 па тэмам 1.4–1.5

2	Дыферэнцыяльнае злічэнне функцыі адной зменнай.	18	18			20			
2.1	Вытворная і дыферэнцыял функцыі	9	7			10			
	Вытворная і яе фізічны, геаметрычны сэнсы. 1.Фізічныя задачы, якія прыводзяць да паняцця вытворнай. 2.Азначэнне вытворнай, механічны сэнс вытворнай. 3.Левая і правая вытворныя. 4.Азначэнне дыферэнцавальнай функцыі. 5.Паняцце датычнай. Раўнанне датычнай і нармалі да графіку дыферэнцавальнай функцыі. 6.Сувязь паміж непарыўнасцю і дыферэнцавальнасцю функцыі.	2						[4], [12]	Фронтальнае апытанне
	Вытворная функцыі. 1. Рашэнне задач пры дапамозе вытворнай. 2. Даследванне функцыі на дыферэнцавальнасць. 3. Рашэнне задач з фізічным сэнсам. 4. Пабудова датычных. Раўнанне датычнай і нармалі		2			2		[4], [6], [8], [10]	Вуснае апытанне Праца ў рознаўзроўневых групам
	Тэарэмы аб вытворных 1. Тэарэмы аб вытворнай сумы, здабытку, дзелі функцый. 2.Вытворная складанай функцыі. 3. Вытворная адваротнай функцыі. 4.Вытворная асноўных элементарных функцый.	2				2	Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [12]	Фронтальнае апытанне
	Вытворная функцыі ў пункце. 1.Метады знаходжання вытворных .		1					[4], [6], [8], [10]	Самастойная праца
	Вытворныя вышэйшага парадку. 1. Азначэнне вытворнай вышэйшага парадку. 2.Формула Ньютана. 3.Механічны сэнс другой вытворнай.	1				2		[4], [12]	Праца ў рознаўзроўневых групам
	Вытворныя вышэйшага парадку і метады іх знаходжання. 1. Рашэнне задач на знаходжанне вытворных вышэйшага парадку.		1					[4], [6], [8], [10]	Самастойная праца

	Параметрычна зададзеныя функцыі і іх дыферэнцаванне. 1. Паняцце параметрызаванага шляху. 2.Кривая Жардана. 3. Функцыі зададзеныя параметрычна, іх дыферэнцаванне. 4.Датычная да крывой Жардана. 5.Паняцце вектаразначнай функцыі.	2				2	Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [12]	Вуснае апытанне
	Дыферэнцаванне параметрычна зададзеных функцый. Вытворная параметрычна зададзенай функцыі.		1					[4], [6], [8], [10]	Праца ў рознаўзроўневых групах
	Дыферэнцыял. 1. Азначэнне дыферэнцыяла функцыі. 2.Дыферэнцыял сумы, здабытку, дзелі. 3. Геаметрычны і фізічны сэнс дыферэнцыяла. 4. Уласцівасці дыферэнцыяла (дыферэнцыял сумы і здабытку функцый). 5. Дыферэнцыял складанай функцыі. Інварыянтнасць формы першага дыферэнцыяла. 6. Дыферэнцыялы вышэйшага парадку.	2					Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [12]	Вуснае апытанне
	Дыферэнцыял функцыі. 1. Знаходжанне дыферэнцыяла функцыі першага і вышэйшых парадкаў. 2. Выкарыстоўванне дыферэнцыяла для вылічэння набліжаных значэнняў функцый.		2			2		[4], [6], [8], [10]	Вуснае апытанне
2.2	Тэарэмы аб сярэднім значэнні для дыферэнцавальнай функцыі	2	1						
	Тэарэмы аб сярэднім значэнні для дыферэнцавальнай функцыі. 1. Тэарэмы Ферма. 2.Тэарэма Роля. 3.Тэарэма Лагранжа. 4.Тэарэма Кашы.	2						[4], [12]	Фронтальнае апытанне

	Тэарэмы Ролля і Ферма, Кашы і Лагранжа 1. Рашэнне задач.		1					[4], [6], [8], [10]	Самастойная праца
2.3	Выкарыстанні дыферэнцыяльнага злічэння	7	10			10			
	Умовы сталасці і манатоннасці функцыі. 1. Крытэрыі сталасці функцыі на прамежку. 2. Дастатковыя ўмовы строгай манатоннасці функцыі на прамежку.	1						[4], [12]	Тэсціраванне па тэме: “Дыферэнцаваль нае злічэнне”.
	Сталасць і манатоннасць функцыі. 1. Рапшэнне задач.		2			2		[4], [6], [8], [10]	
	Правіла Лапіталя. 1. Правіла Лапіталя для раскрыцця нявызначанасцей. 2. Доказ адпаведнай тэарэмы.	1				2	Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [12]	Тэсціраванне па тэме: “Дыферэнцаваль нае злічэнне”.
	Правіла Лапіталя. 1. Метад вылічэння лімітаў функцый па правілу Лапіталя. 2. Рашэнне задач.		2					[4], [6], [8], [10]	Самастойная праца
	Экстрэмумы функцый. 1. Паняцце экстрэмума функцыі. 2. Неабходныя ўмовы экстрэмума. 3. Дастатковыя ўмовы экстрэмума.	2						[4], [12]	Тэсціраванне па тэме: “Дыферэнцаваль нае злічэнне”.
	Выпукласць функцыі. 1. Выпуклыя функцыі. 2. Пункты перагібу. 3. Умовы выпукласці. 4. Умовы перагібу.	2						[4], [12]	Тэсціраванне па тэме: “Дыферэнцаваль нае злічэнне”.
	Экстрэмумы функцыі. 1. Знаходжанне пунктаў экстрэмума. 2. Знаходжанне найбольшага і найменшага значэнняў функцыі на адрэзку. 3. Рашэнне тэкставых задач на найбольшае і найменшае значэнне.		1			2		[4], [6], [8], [10]	Самастойная праца
	Выпукласць. 1. Даследванне функцый на выпукласць.		1					[4], [6], [8], [10]	Вуснае апытанне

	2. Знаходжанне пунктаў перагібу.								
	Асімптоты. 1. Азначэнне асімптотаў. 2. Умовы існавання.	1						[4], [12]	Фронтальнае апытанне
	Пабудова графікаў функцый. 1. Поўнае даследванне функцыі пры дапамозе дыферэнцыяльнага злічэння. 2. Пабудова графікаў.		2			4		[4], [6], [8], [10]	Самастойная работа
	Метады вылічэння вытворных. Выкарыстоўванне дыферэнцыяльнага злічэння для даследвання функцый..		2					[4], [6], [8], [10]	Рэйцінгавая работа №3 па тэмам 2.1–2.3
	Усяго за семестр	36	36	2	2	56			Экзамен (36)
<i>2 семестр</i>									
3	Інтэгральнае злічэнне для функцыі адной зменнай.	36	36	2	2	55			
3.1	Нявызначаны інтэграл	14	14			15			
	Нявызначаны інтэграл. 1. Задача аднаўлення функцыі па яе вытворнай. 2. Азначэнне і ўласцівасці нявызначанага інтэграла і першаіснай. 3. Табліца асноўных інтэгралаў.	2					Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [13]	Калоквіум
	Нявызначаны інтэграл. 1. Задача аднаўлення функцыі па яе вытворнай. 2. Азначэнне і ўласцівасці нявызначанага інтэграла і першаіснай. 3. Табліца асноўных інтэгралаў.		2			1	Метадычны дапаможнік (электронныя носьбіты)	[8], [9]	Вуснае апытанне
	Метады інтэгравання. 1. Інтэграванне падстаноўкай. 2. Замена зменных. 3. Інтэграванне часткамі.	3					Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [13]	Калоквіум
	Метады інтэгравання. 1. Інтэграванне падстаноўкай. 2. Замена зменных. 3. Інтэграванне часткамі.		2			4	Метадычны дапаможнік (электронныя носьбіты)	[8], [9]	Самастойная работа
	Рацыянальныя дроби. Інтэграванне рацыянальных функцый. 1. Дзяленне мнагасклада на мнагасклад.	2					Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [13]	Калоквіум

2.Правільныя і няправільныя дроби. 3.Тэарэма аб раскладу правільнага рацыянальнага дроби на прасцейшыя.									
Рацыянальныя дроби. Інтэгранне рацыянальных функцый. 1.Дзяленне мнагасклада на мнагасклад. 2.Правільныя і няправільныя дроби. 3.Тэарэма аб раскладу правільнага рацыянальнага дроби на прасцейшыя.		2				4	Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты)	[8], [9]	Самастойная работа
Інтэгранне трыганаметрычных функцый. 1.Азначэнне функцыі рацыянальнай ад дзвюх зменных. 2.Інтэгралы выгляду $\int R(\sin x; \cos x)dx$ і іх інтэгранне з дапамогай падстаноўкі $\operatorname{tg} x/2 = t; \operatorname{tg} x = t$.	2						Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [13]	Калоквіум
Інтэгранне трыганаметрычных функцый. 1.Азначэнне функцыі рацыянальнай ад дзвюх зменных. 2.Інтэгралы выгляду $\int R(\sin x; \cos x)dx$ і іх інтэгранне з дапамогай падстаноўкі $\operatorname{tg} x/2 = t; \operatorname{tg} x = t$.		2				2	Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты)	[8], [9]	Самастойная работа
Інтэгранне прасцейшых ірацыянальных функцый. Інтэгралы ад дыферэнцыяльнага бінома. 1.Інтэгралы ад дробна-лінейных ірацыянальнасцей. 2.Падстаноўкі Эйлера. 3.Паняцце дыферэнцыяльнага бінома. 4.Тэарэма П.Л. Чэбышава.	3						Лекцыі(электронныя носьбіты)	[4], [13]	Калоквіум
Інтэгранне прасцейшых ірацыянальных функцый. Інтэгралы ад дыферэнцыяльнага бінома. 1.Інтэгралы ад дробна-лінейных ірацыянальнасцей. 2.Падстаноўкі Эйлера. 3.Паняцце дыферэнцыяльнага бінома.		2				2	Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты) [18]	[8], [9]	Самастойная работа
Рэкурэнтныя формулы. Элементарныя і неэлементарныя інтэгралы. Метад Астраградскага. 1.Інтэгралы тыпу $\int \frac{P(x)}{\sqrt{ax^2 + bx + c}} dx; \int \frac{Adx}{(x - \alpha)^k \sqrt{ax^2 + bx + c}}$.	2						Лекцыі(электронныя носьбіты)	[4], [13]	Калоквіум

	<p>2.Прыклады элементарных і неэлементарных інтэгралаў. 3.Элептычныя інтэгралы. 4.Метад Астрагардскага. 5.Вылучэнне рацыянальнай часткі інтэграла ад правільнага рацыянальнага дроби $\frac{P(x)}{Q(x)}$.</p>								
	<p>Рэкурэнтныя формулы. Элементарныя і неэлементарныя інтэгралы. Метад Астраградскага. 1.Інтэгралы тыпу $\int \frac{P(x)}{\sqrt{ax^2 + bx + c}} dx;$ $\int \frac{Adx}{(x - \alpha)^k \sqrt{ax^2 + bx + c}}$. 2.Прыклады элементарных і неэлементарных інтэгралаў. 3.Элептычныя інтэгралы. 4.Метад Астрагардскага. 5.Вылучэнне рацыянальнай часткі інтэграла ад правільнага рацыянальнага дроби $\frac{P(x)}{Q(x)}$.</p>	2			2		Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты) [18]	[8], [9]	Абарона справаздачы па індывідуальнаму заданні
	Нявызначаны інтэграл. Метады інтэгравання.	2					Заданні для выканання кантрольнай работы.		Рэйцінгавая работа №4 па тэме 3.1
3.2	Вызначаны інтэграл	12	6	1	2	18			
	<p>Сумы Дарбу і вызначаны інтэграл. 1.Задачы, якія прыводзяць да паняцця вызначанага інтэграла. 2.Інтэгральная сума. 3.Паняцце вызначанага інтэграла, як ліміту інтэгральнай сумы. 4.Геаметрычны сэнс вызначанага інтэграла. Іншыя задачы, якія прыводзяць да паняцця вызначанага</p>	4			2		Лекцыі(электронныя носьбіты)	[4], [13]	Калоквіум

<p>інтэграла. Неабходная ўмова інтэгральнасці функцыі.</p> <p>5.Сумы Дарбу. Іх сувязь з інтэгральнай сумай.</p> <p>6.Лемы: аб змяненні колькасці сум Дарбу пры павелічэнні колькасці пунктаў падзелу; аб параўнанні ніжняй і верхняй сум Дарбу нават іншага падзелу.</p> <p>7.Крытэрыі інтэгральнасці функцыі.</p> <p>8.Лема аб змяненні колькасці ніжніх сум Дарбу пры павелічэнні колькасці пунктаў падзелу.</p>								
<p>Сумы Дарбу і вызначаны інтэграл.</p> <p>1.Іншыя задачы, якія прыводзяць да паняцця вызначанага інтэграла.</p> <p>2.Неабходная ўмова інтэгральнасці функцыі.</p>	2				2		[4], [13]	Вуснае апытанне
<p>Сумы Дарбу і вызначаны інтэграл.</p> <p>1.Інтэгральная сума.</p> <p>2.Вылічэнне лімітаў метадам інтэгральных сум.</p> <p>3.Ацэнка інтэграла.</p>		2			2	Метадычны дапаможнік (электронныя носьбіты)	[8], [9]	Самастойная работа
<p>Класы інтэгральных функцый.</p> <p>1.Інтэгральнасць непарыўных і манатонных функцый.</p> <p>2.Дастатковая прыкмета інтэгральнасці разрыўнай функцыі.</p>	4					Лекцыі(электронныя носьбіты)	[4], [13]	
<p>Прыкладанне тэарэмы аб пасярэднім значэнні інтэграла.</p>				2			[8], [9]	Вуснае апытанне
<p>Уласцівасці вызначанага інтэграла. Інтэграл са зменнай верхняй мяжой.</p> <p>1.Геаметрычны сэнс вызначанага інтэграла. Уласцівасці вызначанага інтэграла.</p> <p>2.Асноўныя ўласцівасці вызначанага інтэграла: адытыўнасць, лінейнасць, аднароднасць.</p> <p>3.Ацэнкі інтэгралаў.</p> <p>4.Тэарэма аб сярэднім значэнні інтэграла.</p> <p>5.Азначэнне інтэграла са зменнай верхняй мяжой.</p> <p>6.Уласцівасці інтэграла са зменнай верхняй мяжой.</p> <p>7.Непарыўнасць інтэграла па зменнай верхняй мяжы.</p> <p>8.Дыферэнцавальнасць інтэграла па зменнай верхняй мяжы.</p>	2				2	1.Лекцыі(электронныя носьбіты) 2.Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты) 3.Індывідуальныя заданні.	[4], [13]	1.Тэсціраванне па тэме: “Вызначаны інтэграл”. 2. Абарона справаздачы па індывідуальнаму заданні

	9.Існаванне першаіснай непарыўнай функцыі. 10.Формула Ньютона-Лейбніца. 11.Метады інтэгравання часткамі і падстаноўкай у вызначаным інтэграле.								
	Вызначаны інтэграл і яго вылічэнне. Вылічэнне вызначаных інтэгралаў па формуле Ньютона-Лейбніца.		2				1.Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты) 2. Індывідуальныя заданні.	[8], [9]	Абарона справаздачы па індывідуальнаму заданні
	Вызначаны інтэграл і яго вылічэнне. 1.Замена зменнай у вызначаным інтэграле. 2.Інтэграванне часткамі ў вызначаным інтэграле.		2		2		1.Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты) 2. Індывідуальныя заданні.	[8], [9]	Абарона справаздачы па індывідуальнаму заданні
	Інтэгральнае азначэнне лагарыфмічнай функцыі.			1	2		Лекцыі(электронныя носьбіты)	[12]	Рэйцінгавая работа №5 па тэме 3.2
3.3	Выкарыстанні вызначанага інтэграла	8	12	1		18			
	Квадравальнасць плоскіх фігур. 1. Паняцце квадравальнай фігуры і яе плошчы. Вылічэнне плошчаў плоскіх фігур у дэкартавай сістэме каардынат., плошча фігуры, якая абмежавана крывой, зададзенай параметрычна. 2.Нутраная і вонкавая плошчы. 3.Уласцівасці плошчаў. 4.Крытэрыі квадравальнасці плоскіх фігур. 5.Квадравальнасць круга. 6.Прыклады квадравальных і неквадравальных фігур.	2					Лекцыі(электронныя носьбіты)	[4], [13]	Вуснае апытанне

<p>Вылічэнне плошчаў плоскіх фігур.</p> <p>1. Дастатковая ўмова квадральнасці.</p> <p>2. Формула плошчы плоскай фігуры з мяжой, якая зададзена яўна ў дэкартавых каардынатах: плошча крывалінейнай трапецыі.</p> <p>3. Прынцып Кавальеры для плошчаў.</p> <p>4. Вылічэнне плошчаў фігур пры параметрычным заданні контура фігуры.</p> <p>5. Плошча кругавога сектара. Плошча фігуры ў палярнай сістэме каардынат.</p>	2				2			Вуснае апытанне
<p>Вылічэнне плошчаў плоскіх фігур.</p> <p>1. Вылічэнне плошчаў у дэкартавых каардынатах.</p>		2			2	1. Метадычны дапаможнік (электронныя носьбіты) 2. Індывідуальныя заданні.	[8], [9]	Самастойная работа
<p>Вылічэнне плошчаў плоскіх фігур.</p> <p>Вылічэнне плошчаў фігур пры параметрычным заданні контура фігуры.</p>		2				1. Метадычны дапаможнік (электронныя носьбіты) 2. Індывідуальныя заданні.	[8], [9]	Самастойная работа
<p>Вылічэнне плошчаў плоскіх фігур.</p> <p>1. Вылічэнне плошчаў у палярных каардынатах.</p> <p>2. Змешаныя задачы на вылічэнне плошчаў.</p>		2			4	1. Метадычны дапаможнік (электронныя носьбіты) 2. Індывідуальныя заданні.	[8], [9]	Самастойная работа
Кубавальнасць целаў.	2				2	Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4], [13]	Вуснае апытанне

1.Кубавальнасць целаў. 2.Вылічэнне аб'ёма цела праз плошчу папярочнага сячэння. 3.Аб'ём цела абароту.						нныя носьбіты)		
Вылічэнне аб'ёмаў цел. 1.Вылічэнне аб'ёма цела праз плошчу папярочнага сячэння. 2.Вылічэнне аб'ёмаў цел авароту.		2			2	1.Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты) 2.Індывідуальныя заданні.	[8], [9]	Абарона справаздачи па індывідуальнаму заданні
Вылічэнне даўжыні гладкай крывой. 1.Паняцце выпрастальнай дугі і яе даўжыня. 2.Формула даўжыні плоскай крывой ў дэкартавых каардынатах. 3. Формула даўжыні плоскай крывой,якая зададзена параметрычна. 4.Вылічэнне даўжынь дуг, якія зададзены ў палярных каардынатах.	2				2	Лекцыі(электронныя носьбіты)	[4], [13]	Калоквіум
5.Дыферэнцыял дугі. Вылічэнне даўжыні гладкай крывой.		2						
1.Вылічэнне даўжынь дуг, зададзеных у дэкартавых каардынатах. 2.Вылічэнне даўжынь дуг, якія зададзены параметрычна. 3.Вылічэнне даўжынь дуг, якія зададзены ў палярных каардынатах.						1.Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты) 2.Індывідуальныя заданні.	[8], [9]	Самастой-ная работа
Прыкладанні вызначанага інтэграла. 1.Паняцце квадравальнай паверхні. 2.Плошча паверхні абароту. 3.Статычны момант і цэнтры цяжару сістэмы матэрыяльных пунктаў гладкай матэрыяльнай дугі і плоскай матэрыяльнай фігуры. 4.Работа зменнай сілы.					2	Лекцыі(электронныя носьбіты)	[4], [13]	Калоквіум

	Прыкладанні вызначанага інтэграла. 1.Прынцып Кавальеры. 2. Вылічэнне ціску і работы.			1				[8], [9]	Вуснае апытанне
	Вылічэнне плошчы паверхні авароту.		2			2	Метадычны дапаможнік [17]	[8], [9]	Вуснае апытанне
3.4	Няўласныя інтэгралы	2	4			5			
	Няўласныя інтэгралы 1.Няўласныя інтэгралы па неабмежаванаму прамежку і ад неабмежаванай у канечным інтэрвале функцыі. 2.Абсалютная збежнасць і яе прыкметы.	2				2	1.Лекцыі(электронныя носьбіты) 2.Метадычны дапаможнік(электронныя носьбіты) 3. Індывідуальныя заданні.	[4], [13]	1.Тэсціраванне па тэме: “Прыкладанні вызначанага інтэграла” 2. Абарона справаздачы па індывідуальнаму заданні
	Няўласныя інтэгралы па неабмежаванаму прамежку і ад неабмежаванай у канечным інтэрвале функцыі. 1.Абсалютная збежнасць і яе прыкметы.		2			3	1.Заданні для выканання кантрольнай работы. 2.Індывідуальныя заданні.	[8]	Абарона справаздачы па індывідуальнаму заданні
	Вызначаныя і няўласныя інтэгралы.		2				Заданні для выканання кантрольнай работы.		Рэйцінгавая работа №6 па тэмам 3.3–3.4
	Усяго за семестр	36	36	2	2	56			Экзамен (36)
3 семестр									
4	Асноўныя структуры матэматычнага аналізу	12	6			16			
4.1	Метрычныя прасторы	4	2			2			

	Паняцце метрычнай прасторы. 1.Паняцце метрычнай прасторы. 2.Аксіёмы метрыкі. 3.Прыклады метрычных прастораў. 4.Наваколле пункта.	2				Лекцыі (электронныя носьбіты)	[4]	Франтальнае апытанне	
	Пункты і мноства метрычнай прасторы. 1. Лімітавы пункт мноства. 2.Унутранасць, замыканне і граніца мноства. 3.Адкрытыя і замкнутыя мноствы. 4.Збежныя паслядоўнасці. 5.Фундаментальная паслядоўнасць у метрычнай прасторы. 6.Поўныя метрычныя прасторы.	2			2	Лекцыі (электронныя носьбіты)	[12]	Франтальнае апытанне	
	Паняцце метрычнай прасторы. 1.Метрычныя прасторы. 2.Класіфікацыя пунктаў і мностваў у метрычных прасторах. 3.Прыклады метрычных прастораў.		2			Задачнік- практыкум	[12]	Самастойная праца	
4.2	Адлюстраванні метрычных прастораў	6	2			5			
	Адлюстраванні метрычных прастораў. 1. Адлюстраванні метрычных прастораў. 2. Ліміт, непарыўнасць і раўнамерная непарыўнасць адлюстраванняў.	2				Лекцыі (электронныя носьбіты)	[12]	Франтальнае апытанне	
	Уласцівасці непарыўных адлюстраванняў кампактаў. 1.Паняцце кампактнасці. 2.Тэарэма Бальцана — Вейерштраса ў прасторы R^n . 3.Кампакт у R^n . 4.Асноўныя ўласцівасці непарыўных адлюстраванняў кампактаў.	2			2		[12]	Франтальнае апытанне	
	Адлюстраванні прастораў у сябе. 1.Сціскальныя адлюстраванні. 2. Адлюстраванні прастораў у сябе. 3.Тэарэма Банаха аб сціскальным адлюстраванні. 4. Метад паслядоўных набліжэнняў.	2			2		[12]	Франтальнае апытанне	
	Адлюстраванні метрычных прастораў.		2			1	Задачнік-	[12]	Абарона

	4. Ліміт, непарыўнасць і раўнамерная непарыўнасць адлюстраванняў. 5. Асноўныя ўласцівасці непарыўных адлюстраванняў кампактаў.. 6. Метад паслядоўных набліжэнняў.						практыкум		справаздачы па індыўідуальнаму заданні
4.3	Унармаваныя прасторы	1	1			4			
	Унармаваныя прасторы. 1. Лінейныя мнагастайнасці. 2. Унармаваныя прасторы. 3. Прастора $C[a, b]$. 4. Непарыўныя лінейныя аператары.	1				2		[12]	Фронтальнае апытанне
	Унармаваныя прасторы. 1. Лінейныя мнагастайнасці. 2. Унармаваныя прасторы. 3. Прастора $C[a, b]$. 4. Непарыўныя лінейныя аператары.		1			2	Задачнік-практыкум	[12]	Індыўідуальны кантроль (тэст «Асноўныя структуры матэматычнага аналізу»)
4.4	Гільбертавыя прасторы	1	1			5			
	Гільбертавыя прасторы. 1. Лінейныя прасторы са скалярным здабыткам. 2. Гільбертавыя прасторы. 3. Прастора R^n .	1				2	Лекцыі (электронныя носбіты), ВМК	[12]	Фронтальнае апытанне
	Гільбертавыя прасторы. 1. Лінейныя прасторы са скалярным здабыткам. 2. Гільбертавыя прасторы. 3. Прастора R^n . 4. Прыклады метрычных прастораў і збегнасць у гэтых прасторах.		1			3	Задачнік-практыкум	[12]	Рэйцінгавая работа №7 па тэмам 4.1–4.4
5	Дыферэнцыяльнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных	13	15	1	1	20			
5.1	Ліміт і непарыўнасць функцыі некалькіх зменных	3	2	1		5			

	<p>Функції некальких зменних. Асноўныя паняцці.</p> <p>1.Паняцце сапраўднай функцыі некалькіх сапраўдных зменных. Прыклады.</p> <p>2. Ліміты функцыі.</p> <p>2.Непарыўнасць.</p>	3				2	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[4], [12]	Фронтальнае апытанне
	<p>Вектарна-значныя функцыі некалькіх зменных.</p> <p>1. Скалярныя палі.</p> <p>3.Вектарна-значныя функцыі некалькіх зменных.</p> <p>4.Вектарныя палі.</p>			1			Лекцыі (электронныя носьбіты).	[5], [7], [8]	Фронтальнае апытанне
	<p>Функцыі некалькіх зменных. Асноўныя паняцці.</p> <p>1.Паняцце сапраўднай функцыі некалькіх сапраўдных зменных. Прыклады.</p> <p>2.Метады вылічэння лімітаў функцыі.</p> <p>3.Непарыўнасць.</p>		2			3	Вучэбны дапаможнік [28]	[5], [7], [8]	Індывідуальны кантроль
5.2	Частковыя вытворныя і дыферэнцыял функцыі некалькіх зменных	4	5		1	5			
	<p>Дыферэнцавальнасць функцыі некалькіх зменных.</p> <p>1.Паняцце частковых вытворных некалькіх зменных.</p> <p>2.Правіла вылічэння частковых вытворных. Паняцце дыферэнцавальнасці функцыі некалькіх зменных.</p> <p>3.Сувязь паміж дыферэнцавальнасцю і непарыўнасцю функцыі некалькіх зменных.</p> <p>4. Частковыя вытворныя. Поўная вытворная.Сувязь паміж дыферэнцавальнасцю і існаваннем частковых вытворных.</p> <p>5.Дастатковыя умовы дыферэнцавальнасці функцыі некалькіх зменных.</p> <p>6.Паняцце дыферэнцыяла функцыі некалькіх зменных.</p> <p>7.Уласцівасці дыферэнцыяла функцыі некалькіх зменных.</p> <p>8.Геаметрычны сэнс дыферэнцыяла.</p> <p>9.Дыферэнцаванне складанай функцыі.</p> <p>10.Інварыянтнасць формы першага дыферэнцыяла адносна выбара зменных.</p>	3				1	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[4], [12]	Фронтальнае апытанне

	<p>Частковыя вытворныя і дыферэнцыялы вышэйшых парадкаў.</p> <p>1.Паняцце частковых вытворных вышэйшых парадкаў.</p> <p>2.Доказ тэарэмы пра роўнасць змешаных частковых вытворных.</p> <p>3.Паняцце дыферэнцыялаў вышэйшых парадкаў. Другі дыферэнцыял. функцыі дзвюх зменных.</p>	1				2	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[4], [12]	Фронтальнае апытанне
	<p>Дыферэнцавальнасць функцыі некалькіх зменных.</p> <p>1.Частковыя вытворныя. Поўная вытворная.</p> <p>2.Дыферэнцыял.</p> <p>3.Частковыя вытворныя складанай функцыі.</p> <p>4.Дыферэнцаванне складанай функцыі.</p> <p>5.Інварыянтнасць формы першага дыферэнцыяла адносна выбара зменных.</p>		3				ВМК	[5], [7], [8]	Індывідуальны кантроль
	<p>Частковыя вытворныя вытворныя і дыферэнцыялы вышэйшых парадкаў.</p> <p>1.Паняцце частковых вытворных вышэйшых парадкаў.</p> <p>2.Доказ тэарэмы пра роўнасць змешаных частковых вытворных.</p> <p>3.Паняцце дыферэнцыялаў вышэйшых парадкаў.</p> <p>4.Другі дыферэнцыял функцыі дзвюх зменных.</p>		2				ВМК	[5], [7], [8]	Самастойная работа
	<p>Вытворная ў накірунку. Градыент.</p> <p>1.Паняцце вытворнай ў накірунку.</p> <p>2.Існаванне і вылічэнне вытворнай ў накірунку.</p> <p>3.Градыент.</p>				1	2	ВМК	[5], [7], [8]	Самастойная работа
5.3	Экстрэмум функцыі некалькіх зменных	4	6			5			
	<p>Экстрэмум функцыі некалькіх зменных.</p> <p>1.Азначэнне пунктаў лакальнага экстрэмума функцыі некалькіх зменных.</p> <p>2.Неабходная ўмова лакальнага экстрэмума.</p> <p>3.Дастатковыя умовы лакальнага экстрэмума для функцыі дзвюх зменных.</p>	2					Лекцыі (электронныя носьбіты).	[4], [12]	Фронтальнае апытанне

	4.Правила адшукання абсалютнага экстрэму непарыўнай функцыі некалькіх зменных на кампактным мностве.								
	Умоўны экстрэмум. 1.Паняцце умоўнага экстрэму функцый некалькіх зменных. 2.Неабходная ўмова ўмоўнага экстрэму. 3.Метад множнікаў Лагранжа для знаходжання пунктаў умоўнага экстрэму.	2				1	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[4], [12]	Фронтальнае апытанне
	Лакальны экстрэмум. 1.Азначэнне пунктаў лакальнага экстрэму функцыі некалькіх зменных. 2.Неабходная ўмова лакальнага экстрэму. 3.Дастатковыя умовы лакальнага экстрэму для функцыі дзвюх зменных.		2				ВМК	[5], [7], [8]	Самастойная работа
	Абсалютны экстрэмум. 1. Правила адшукання абсалютнага экстрэму непарыўнай функцыі некалькіх зменных на кампактным мностве.		2			2	ВМК	[5], [7], [8]	Самастойная работа
	Умоўны экстрэмум 1. Паняцце умоўнага экстрэму функцый некалькіх зменных. 2.Неабходная ўмова ўмоўнага экстрэму. 3.Метад множнікаў Лагранжа для знаходжання пунктаў умоўнага экстрэму.		2			2	ВМК	[5], [7], [8]	Рэйцінгавая работа №8 па тэмам 5.1–5.3
5.4	Няўныя функцыі	2	2			5			
	Няўныя функцыі. 1.Паняцце няўных функцый, якія зададзены адным раўнаннем. 2.Тэарэма аб існаванні, непарыўнасці і дыферэнцавальнасці няўнай функцыі. 3.Датычная плоскасць і нармаль да паверхні, якая зададзена няўным раўнаннем.	2				3	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[4], [12]	Фронтальнае апытанне. Тэставыя заданні «Дыферэнцыяльнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных»

	Няўныя функцыі. 1. Дыферэнцаванне няўнай функцыі. 2. Частковыя вытворныя вытворныя і дыферэнцыялы вышэйшых парадкаў вышэйшых парадкаў няўнай функцыі.		2			2	ВМК	[5], [7], [8]	Абарона справаздачы па індывідуальнаму заданні
6	Інтэгральнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных	17	15	1	1	27			
6.1	Кратныя інтэгралы	9	7	1	1	10			
	Двайны інтэграл. 1. Азначэнне дваінога інтэграла. 2. Існаванне дваінога інтэграла. 3. Дастатковыя ўмовы інтэгральнасці функцыі. 4. Геаметрычны сэнс дваінога інтэграла.	2					Лекцыі (электронныя носьбіты).	[4], [13]	Фронтальнае апытанне
	Вылічэнне дваінога інтэграла. 1. Вылічэнне дваінога інтэграла паўторным інтэграваннем. 2. Замена зменных у дваім інтэграле. 3. Крывалінейныя каардынаты. Якабіян. 4. Дваіны інтэграл у палярных каардынатах.	4				4	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[2], [13], [17]	Фронтальнае апытанне
	Вылічэнне дваінога інтэграла. 1. Азначэнне дваінога інтэграла. 2. Існаванне дваінога інтэграла. 3. Існаванне дваінога інтэграла. 4. Дастатковыя ўмовы інтэгральнасці функцыі. 5. Геаметрычны сэнс дваінога інтэграла. 6. Вылічэнне дваінога інтэграла паўторным інтэграваннем.		3			2		[8]	Самастойная работа
	Замена зменных у дваім інтэграле. 1. Крывалінейныя каардынаты. Якабіян. 2. Дваіны інтэграл у палярных каардынатах.		2			2		[8]	Самастойная работа
	Трайны інтэграл. 1. Паняцце траінога інтэграла. 2. Існаванне траінога інтэграла. Уласцівасці і вылічэнне траінога інтэграла. 3. Замена зменных у траім інтэграле. 4. Памерныя каардынаты ў прасторы. 5. Цыліндрычныя каардынаты.	3		1			Лекцыі (электронныя носьбіты).	[4], [13], [8]	Фронтальнае апытанне

	Вылічэнне трайнога інтэграла. 1.Паняцце трайнога інтэграла. 2. Уласцівасці і вылічэнне трайнога інтэграла.		2			2		[8]	Самастойная работа	
	Замена зменных у трайным інтэграле. 4.Памерныя каардынаты ў прасторы. 5.Цыліндрычныя каардынаты.				1			[8]	Самастойная работа	
6.2	Некаторыя выкарыстанні кратных інтэгралаў	2	4			6				
	Некаторыя скарыстоўванні кратных інтэгралаў. 1.Плошча паверхні. 2.Вылічэнне плошчы плоскіх фігур з дапамогай дваінога інтэграла. 3.Вылічэнне аб'ёмаў цел з дапамогай кратных інтэгралаў.	2				3	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[4], [12]	Фронтальнае апытанне	
	Вылічэнне плошчы плоскіх фігур. Вылічэнне плошчаў паверхні. 1.Плошча паверхні. 2.Вылічэнне плошчы плоскіх фігур з дапамогай дваінога інтэграла.		2			4		[8]	Самастойная работа	
	Дыферэнцыяльнае і інтэгральнае злічэнні для функцыі некалькіх зменных		2				Заданні для кантрольнай работы		Рэйцінгавая работа №9 па тэмам 6.1–6.2	
	Усяго за семестр	34	34	2	2	52			Экзамен (36)	
4 семестр										
6.3	Крывалінейныя інтэгралы	6	4			11				
	Крывалінейныя інтэгралы першага роду. 1.Азначэнне крывалінейнага інтэграла на даўжані дугі. 2.Тэарэма існавання. 3.Уласцівасці крывалінейнага інтэграла на даўжані дугі.	2				2	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[14]	Фронтальнае апытанне	
	Крывалінейныя інтэгралы другога роду. 1.Азначэнне крывалінейнага інтэграла па каардынатах. 2.Вылічэнне крывалінейных інтэгралаў.	2				2	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[14]	Фронтальнае апытанне	

	<p>Вылічэнне крывалінейных інтэгралаў.</p> <p>1. Азначэнне крывалінейнага інтэграла на даўжані дугі.</p> <p>2. Тэарэма існавання і ўласцівасці.</p> <p>3. Азначэнне крывалінейнага інтэграла па каардынатах.</p> <p>4. Вылічэнне крывалінейных інтэгралаў.</p>		2			2		[8]	Самастойная работа
	<p>Крывалінейныя інтэгралы другога роду.</p> <p>1. Вывад формулы Грына.</p> <p>2. Умовы незамежнасці крывалінейнага інтэграла ад шляху інтэгравання.</p> <p>3. Аднаўленне функцыі дзвюх зменных па яе поўнаму дыферэнцыялу.</p>	2				2	Лекцыі (электронныя носьбіты).	[14]	Фронтальнае апытанне
	<p>Скарыстанне крывалінейнага інтэграла для знаходжання плошчы плоскай фігуры.</p> <p>1. Формула Грына.</p> <p>2. Вылічэнне плошчы плоскай фігуры з дапамогай крывалінейнага інтэграла.</p>		2			3		[8]	Самастойная работа
7	Шэрагі	24	30	2		31			
7.1	Лікавыя шэрагі	8	10	2		5			
	<p>Паслядоўнасці і лікавыя шэрагі.</p> <p>1. Паняцці лікавага шэрагу і яго сумы.</p> <p>2. Непасрэднае вылічэнне сумы шэрагу.</p> <p>3. Збежныя, разбежныя шэрагі.</p> <p>4. Асноўныя ўласцівасці.</p> <p>5. Крытэрыі Кашы збежнасці лікавых шэрагаў.</p> <p>6. Неабходная ўмова збежнасці.</p> <p>7. Гарманічны шэраг.</p>	2						[14]	Фронтальнае апытанне
	<p>Лікавыя шэрагі.</p> <p>1. Паняцці лікавага шэрагу і яго сумы.</p> <p>2. Непасрэднае вылічэнне сумы шэрагу.</p> <p>3. Збежныя, разбежныя шэрагі.</p> <p>4. Неабходная ўмова збежнасці.</p>		2				ВМК	[8]	Самастойная работа
	<p>Збежнасць шэрагаў з дадатнымі складнікамі.</p> <p>1. Крытэрыі збежнасці шэрагаў з дадатнымі складнікамі.</p> <p>2. Прыкметы збежнасці знакададатных лікавых шэрагаў:</p>	2				1		[14]	Фронтальнае апытанне

	параўнання, Даламбера, Кашы і інтэгральная.								
	Збежнасць шэрагаў з дадатнымі складнікамі. 1. Крытэрыі збежнасці шэрагаў з дадатнымі складнікамі. 2. Прыкметы збежнасці знакададатных лікавых шэрагаў: параўнання, Даламбера, Кашы і інтэгральная.		4				ВМК	[8]	Самастойная работа
	Знакачаргавальныя шэрагі. 1. Знакачаргавальныя шэрагі. 2. Тэарэма Лейбніца.	2						[14]	Фронтальнае апытанне
	Знакачаргавальныя шэрагі. 1. Знакачаргавальныя шэрагі. 2. Тэарэма Лейбніца.		2			2	ВМК	[8]	Самастойная работа
	Знаказменныя шэрагі. 1. Абсалютная і ўмоўная збежнасці. 2. Перастаноўка складнікаў абсалютна збежнага шэрагу. 3. Тэарэма Рымана.	2						[14]	Фронтальнае апытанне. Тэставыя заданні «Лікавыя шэрагі»
	Знаказменныя шэрагі. 1. Абсалютная і ўмоўная збежнасці. 2. Перастаноўка складнікаў абсалютна збежнага.		2				ВМК	[8]	Самастойная работа
	Збежнасць лікавых шэрагаў. 1. Іншыя прыкметы збежнасці лікавых шэрагаў. 2. Тэарэма Рымана (доказы).			2		2		[8]	Рэйцінгавая работа №10 па тэмам 6.3, 7.1
7.2	Функцыйныя паслядоўнасці і шэрагі	6	8			10			
	Функцыйныя паслядоўнасці. 1. Чэбышоўская адлегласць паміж функцыямі. 2. Функцыйныя паслядоўнасці. 3. Папунктавая і раўнамерная збежнасці функцыйных паслядоўнасцей.	2						[13]	Фронтальнае апытанне
	Функцыйныя паслядоўнасці. 1. Чэбышоўская адлегласць паміж функцыямі. 2. Функцыйныя паслядоўнасці. 3. Папунктавая і раўнамерная збежнасці функцыйных паслядоўнасцей.		2			2	ВМК	[8]	Самастойная работа

	<p>Функцыйныя шэрагі. 1.Сума функцыйнга шэрагу. 3.Папунктавая і раўнамерная збежнасці функцыйнага шэрагу. 4.Крытэрыі Кашы раўнамернай збежнасці шэрагаў.</p>	2						[13]	Фронтальнае апытанне
	<p>Функцыйныя шэрагі. 1.Сума функцыйнга шэрагу. 3.Папунктавая і раўнамерная збежнасці функцыйнага шэрагу. 4.Крытэрыі Кашы раўнамернай збежнасці шэрагаў.</p>		2			2	ВМК	[8]	Самастойная работа
	<p>Раўнамерна збежныя паслядоўнасці і шэрагі. 1.Умова непарыўнасці ліміту раўнамерна збежнай паслядоўнасці. 2.Умова непарыўнасці сумы раўнамерна збежнага шэрагу. 3.Прыкмета раўнамернай збежнасці шэрагаў.</p>	2				2		[13]	Фронтальнае апытанне
	<p>Функцыйныя шэрагі. 1. Прыкмета Вейерштраса раўнамернай і абсалютнай збежнасці функцыйных шэрагаў. 2.Мажарантны шэраг. 3.Іншыя прыкметы збежнасці функцыйных шэрагаў.</p>		2			2	ВМК	[8]	Самастойная работа
	<p>Функцыйныя шэрагі. 1.Прыкмета раўнамернай збежнасці шэрагаў. 2.Іншыя прыкметы збежнасці функцыйных шэрагаў.</p>		2			2	ВМК	[8]	Індывідуальны кантроль
7.3	Паскладовае інтэграванне і дыферэнцаванне функцыйных паслядоўнасцей і шэрагаў	4	4			6			
	<p>Паскладовае інтэграванне і дыферэнцаванне функцыйных паслядоўнасцей. 1. Паскладовае інтэграванне функцыйных паслядоўнасцей. 2. Паскладовае дыферэнцаванне функцыйных паслядоўнасцей.</p>	2						[13]	Фронтальнае апытанне
	<p>Паскладовае інтэграванне і дыферэнцаванне функцыйных паслядоўнасцей. 1. Паскладовае інтэграванне функцыйных паслядоўнасцей.</p>		2			2	ВМК	[8]	Самастойная работа

	2. Паскладовае дыферэнцаванне функцыйных паслядоўнасцей.								
	Паскладовае інтэгранне і дыферэнцаванне функцыйных шэрагаў. 1. Паскладовае інтэгранне функцыйных шэрагаў. 2. Паскладовае дыферэнцаванне функцыйных шэрагаў. 3. Іншыя прыкметы збежнасці функцыйных шэрагаў.	2				2		[13]	Франтальнае апытанне
	Паскладовае інтэгранне і дыферэнцаванне функцыйных шэрагаў. 1. Інтэгранне і дыферэнцаванне функцыйных шэрагаў. 2. Знаходжанне сум функцыйных шэрагаў.		2			2	ВМК	[8]	Самастойная работа
7.4	Ступеневыя шэрагі	4	4			5			
	Ступенныя шэрагі. 1. Ступенныя шэрагі. 2. Тэарэма Абеля. 3. Інтэрвал і радыус збежнасці.	2				2		[13]	Франтальнае апытанне
	Ступенныя шэрагі. 1. Раўнамерная збежнасць. 2. Паскладовае інтэгранне і дыферэнцаванне ступенных шэрагаў.	2				2		[13]	Тэставыя заданні «Функцыйныя паслядоўнасці і шэрагі»
	Ступенныя шэрагі. 1. Вызначэнне абсягу збежнасці ступенных шэрагаў.		2			2	ВМК	[8]	Самастойная работа
	Паскладовае інтэгранне і дыферэнцаванне ступенных шэрагаў. 1. Знаходжанне сумы шэрага паўторным дыферэнцаваннем або інтэграннем ступенных шэрагаў.		2			2	ВМК	[8]	Індывідуальны кантроль
7.5	Шэраг Тэйлара	2	4			5			
	Шэраг Тэйлара і яго астача. 1. Шэраг Тэйлара і яго астача. 2. Умовы выявы функцый шэрагамі Тэйлара. 3. Розныя вылічэнні з дапамогай шэрагу Тэйлара.	2				2		[13]	Франтальнае апытанне

	Шэраг Тэйлара і яго астача. 1.Пабудова шэрагу Тэйлара. 2. Прыкладанне шэрага Тэйлара ў прыблізных вылічэннях		2			3	ВМК	[8]	Самастойная работа
	Шэрагі.		2				Заданні для кантрольнай работы		Рэйцінгавая работа №11 па тэмам 7.2–7.5
8	Элементарныя функцыі	2	2		2	10			
	Ступеневая функцыя. 1.Ступеневая функцыя з паказчыкам n і $1/n$ дзе n - натуральны лік (азначэнне, уласцівасці). 2. Існаванне арыфмітычнага корня. 3.Ступеневая функцыя з рацыянальным паказчыкам. 4.Азначэнне і ўласцівасці ступені дадатнага ліку з рацыянальным паказчыкам.				2	4	ВМК Вучэбны модуль «Элементарныя функцыі»		Тэставыя заданні
	Ступеневая функцыя. 1. Азначэнне ступені з ірацыянальным паказчыкам. 2.Уласцівасці ступеняў з сапраўдным паказчыкам. 3. Ступеневая функцыя з сапраўдным паказчыкам.	1				4	Прызентацыя «Элементарныя функцыі»		Фронтальнае апытанне
	Паказчыкавая і лагарыфмічная функцыі. 1.Азначэнне паказчыкавай функцыі. 2.Уласцівасці пакзчыкавай функцыі, графік 3.Існаванне лагарыфмаў. 4.Лагарыфмічная функцыя і яе ўласцівасці. 3. Сувязь паміж лагарыфмамі з рознымі асновамі. 5.Гіпербалічныя функцыі (азначэнне, асноўныя ўласцівасці).		2			2	ВМК Вучэбны модуль «Элементарныя функцыі»		Тэставыя заданні
	Трыганаметрычныя і адваротныя трыганаметрычныя функцыі 1.Азначэнне. 2.Асноўныя ўласцівасці 3.Непарыўнасць элементарных функцый.	1				3	Прызентацыя «Элементарныя функцыі»		Рэйцінгавая работа №12 па тэме 8
	Усяго за семестр	34	34	2	2	52			Экзамен (36)
	Усяго	140	140	8	8	216			144

ІНФАРМАЦЫЙНА-МЕТАДЫЧНАЯ ЧАСТКА

ЛІТАРАТУРА

Асноўная літаратура

1. Гусак, А. А. Математический анализ и дифференциальные уравнения: примеры и задачи : учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования по естественнонауч. специальностям / А. А. Гусак. – 6-е изд. – Минск : ТетраСистемс, 2011. – 416 с.
2. Дыферэнцыяльнае злічэнне функцыі некалькіх зменных : вучэб. дапам. / У. А. Шылінец [і інш.]. – Мінск : Беларус. дзярж. пед. ун-т, 2013. – 136 с.
3. Кастрица, О. А. Математический анализ : конспект лекций для студентов специальности 1-31 03 04 «Информатика» : в 3 ч. / О. А. Кастрица ; Беларус. гос. ун-т, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. высш. математики. – Минск : БГУ, 2017. – Ч. 1. – 52 с.
4. Кастрица, О. А. Математический анализ : конспект лекций для студентов специальности 1-31 03 04 «Информатика» : в 3 ч. / О. А. Кастрица ; Беларус. гос. ун-т, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. высш. математики. – Минск : БГУ, 2018. – Ч. 2. – 51 с.
5. Кастрица, О. А. Математический анализ: краткий курс : учеб. пособие / О. А. Кастрица, С. А. Мазаник ; Беларус. гос. ун-т. – Минск : БГУ, 2017. – 299 с.
6. Практикум по математическому анализу, алгебре и геометрии : практикум для студентов вузов : в 4 ч. / А. А. Черняк [и др.]. – Минск : Беларус. гос. пед. ун-т, 2012. – Ч. 1 : Введение в анализ. Дифференциальное исчисление функций одной переменной. – 84 с.
7. Сурин, Т. Л. Сборник практических заданий по математическому анализу. Дифференциальное и интегральное исчисление функций многих переменных : пособие / Т. Л. Сурин, Ж. В. Иванова, С. Шерегов ; М-во образования Респ. Беларусь, Витеб. гос. ун-т, Каф. геометрии и мат. анализа. – Витебск : ВГУ, 2016. – 52 с.

Дапаможная літаратура

8. Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б. П. Демидович. – М. : АСТ : Астрель, 2010. – 558 с.
9. Индивидуальные занятия по высшей математике : учеб. пособие : в 4 ч. / А. П. Рябушко [и др.] ; под общ. ред. А. П. Рябушко. – 4-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 2008. – Ч. 1 : Линейная и векторная алгебра. Аналитическая геометрия. Дифференциальное исчисление функции одной переменной. – 304 с.
10. Индивидуальные занятия по высшей математике : учеб. пособие : в 4 ч. / А. П. Рябушко [и др.] ; под общ. ред. А. П. Рябушко. – 4-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 2009. – Ч. 2 : Комплексные числа. Неопределенные и определенные интегралы. Функции нескольких переменных. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – 396 с.
11. Индивидуальные занятия по высшей математике : учеб. пособие : в 4 ч. / А. П. Рябушко [и др.] ; под общ. ред. А. П. Рябушко. – 5-е изд., испр. – Минск :

Выш. шк., 2009. – Ч. 3 : Ряды. Кратные интегралы. Криволинейные интегралы. Элементы теории поля. – 396 с.

12. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : в 3 т. / Г. М. Фихтенгольц. – Изд. 8-е. – М. : ФИЗМАТЛИТ : Лаб. знаний, 2003. – Т. 1. – 680 с.

13. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : в 3 т. / Г. М. Фихтенгольц. – Изд. 8-е. – М. : ФИЗМАТЛИТ : Лаб. знаний, 2003. – Т. 2. – 864 с.

14. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : в 3 т. / Г. М. Фихтенгольц. – Изд. 8-е. – М. : ФИЗМАТЛИТ : Лаб. знаний, 2003. – Т. 3. – 728 с.

МЕТАДЫЧНЫЯ РЭКАМЕНДАЦЫІ ПА АРГАНІЗАЦЫІ І ВЫКАНАННІ САМАСТОЙНАЙ РАБОТЫ

Для павышэння якасці прафесійнай падрыхтоўкі спецыялістаў неабходна на працягу ўсяго перыяду навучання ўключаць кожнага студэнта ў сістэматычную самастойную работу. Змест і формы самастойнай работы студэнтаў распрацоўваюцца кафедрамі ўстаноў вышэйшай адукацыі ў адпаведнасці з мэтамі і задачамі адукацыйнага стандарту.

Матэрыял, рэкамендаваны для самастойнага вывучэння, студэнты павінны атрымліваць ад выкладчыка з першага тыдня семестра. Таму мэтазгодна для арганізацыі самастойнай работы студэнтаў распрацаваць на кафедрах комплексы індывідуальных заданняў, сістэму індывідуальных дамашніх кантрольных работ па асноўных раздзелах вучэбнай дысцыпліны. У індывідуальных заданні пажадана ўключаць задачы павышанай складанасці, задачы творчага характару для стымулявання працы моцных студэнтаў.

На самастойную прапрацоўку можна выносіць асобныя тэмы лекцый або іх часткі. Для студэнтаў першага курса рэкамендуецца выносіць на самастойнае вывучэнне пытанні, асноўныя палажэнні якіх вядомыя або поўнасьцю паўтараюцца са школьнага курса матэматыкі. На другім курсе матэрыял, рэкамендаваны студэнтам для самастойнага вывучэння, павінен ўскладняцца. Змест такога матэрыялу можа змяшчаць пытанні, якія не патрабуюць складаных тэарэтычных выкладак або якія не маюць вялікага прынцыповага значэння пры вывучэнні матэматычных дысцыплін.

Самастойная работа студэнтаў эфектыўная, калі яна працякае ў форме дзелавога ўзаемадзеяння: студэнт атрымлівае непасрэдныя ўказанні, рэкамендацыі выкладчыка аб арганізацыі і змесце самастойнай дзейнасці, а выкладчык выконвае функцыю кіравання праз улік, кантроль і карэкцыю памылковых дзеянняў.

№ п/п	Назва тэмы раздзела	Колькасць гадзін на СРС	Заданне	Форма выканання
1	Функцыі	6	[12, с. 17-21]	Выполнение тестовых заданий
2	Ліміт лікавай паслядоўнасці	10	[12, с. 74-87] [10, с. 160-161, №2-10]	Доказ тарэм, фармуляваных на лекцыі. Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 20 задач)
3	Ліміт функцыі	10	[12, с. 102-118] [10, с. 166-180, № 1.1-1.29, 2.17-2.30, 5.1-5.29, 6.1-6.10, 7.1-	Доказ тарэм, фармуляваных на лекцыі. Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 20 задач)

			7.6, 9.1-9.15]	
4	Непарыўныя функцыі і іх уласцівасці	10	[12, с. 119-136] [10, с. 180-184, № 3.1-1.29, 3.17-4.1-4.30]	Выполнение тестовых заданий Письменный отчет с решением (не менее 10 задач)
5	Вытворная і дыферэнцыял функцыі	10	[12, с. 157-169] [10, с. 221-234, № 1.1-1.30, 2.17-2.30, 3.1-3.10, 5.1-5.30, 7.1-7.16, 9.1-9.15, 13.1-13.30]	Доказ тарэм, фармуляваных на лекцыі. Письмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 20 задач)
6	Выкарыстанні дыферэнцыяльнага злічэння	10	[12, с. 195-208] [10, с. 257-264 № 1.1-1.10, 2.1-2.10, 3.1-3.6, 4.1-4.10]	Письменный отчет с решением (не менее 20 задач)
7	Нявызначаны інтэграл	15	[12, с. 242-260] [9, с. 49 № 1.19-2.17 с. 51 № 4.1-4.25, с.67 № 1,16-1-29, с.109 №6.24-7.9]	Письменный отчет с решением (не менее 20 задач)
8	Вызначаны інтэграл	18	[12, с. 261-291] [9, с. 182-202 № 1.4-7.27]	Письменный отчет с решением (не менее 20 задач)
9	Выкарыстанні вызначанага інтэграла	18	[12, с. 195-208] [9, с. 210-214]	Доказ тарэм, фармуляваных на лекцыі. Письмовая справаздача з

			№ 1.1-4.30]	рашэннямі (не менш за 20 задач)
10	Няўласныя інтэгралы	5	[12, с. 294-303] [9, с. 202-205 № 8.1-8.30]	Доказ тарэм, фармуляваных на лекцыі. Письмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
11	Метрычныя прасторы	2	[12, с. 383-395]	Доказ тарэм, фармуляваных на лекцыі. Письмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
12	Адлюстраванні метрычных прастораў	5	ВМК	Доказ тарэм, сфармуляваных на лекцыі. Письмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
13	Унармаваныя прасторы	4	ВМК	Доказ тарэм, фармуляваных на лекцыі. Письмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 5 задач)
14	Гільбертавы прасторы	5	ВМК	Доказ тарэм, фармуляваных на лекцыі. Письмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 5 задач)
15	Ліміт і непарыўнасць функцыі некалькіх зменных	5	[8, с.174–179 № 1782–1830], [12, с.395-399 № 1-3]	Письмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
16	Частковыя вытворныя і дыферэнцыял функцыі некалькіх зменных	5	[8, с.180 № 1831–1847, с.187-188 № 1876–1890], [9, с.250–252 №3.1-3.30]	Письмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
17	Экстрэмум функцыі некалькіх зменных	5	[8, с.215–218 № 2008–2052], [9, с.262 № 4.1-4.30]	Письмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)

18	Няяўныя функцыі	5	[8, с. 199–202 № 1941–1968],	Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 5 задач)
19	Кратныя інтэгралы	12	[8, с.235–242 № 2113–2174, с.251–253 № 2240–2258], [9, с.157-161 № 1.1-3.29]	Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
20	Крывалінейныя інтэгралы	5	[8, с.262–272 № 2293–2369], [9, с.204–210 № 1.1-3.16]	Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
21	Некаторыя прыкладанні кратных інтэгралаў	6	[8, с.243–248 № 2175–2239, с. 253–255 № 2259–2272], [9, с.162-164, № 4.1-6.27]	Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
22	Лікавыя шэрагі	5	[8, с.282–288 № 2401–2509], [11, с.45-60 № 1.2-8.30]	Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
23	Функцыянальныя паслядоўнасці і шэрагі	10	[11, с. 65-70, № 1.1-3.30]	Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
24	Паскладовае інтэгранне і дыферэнцаванне функцыянальных паслядоўнасцей і шэрагаў	6	[9, с.22 № 3]	Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 6 задач)

25	Ступеневыя шэрагі	5	[8, с.291–294 № 2526–2575], [9, с.68-70 № 2.10-3.25]	Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 10 задач)
26	Шэраг Тэйлора	5	[8, с.297–301 № 2587–2670], [9, с.71-73 № 4.1-4.23]	Пісьмовая справаздача з рашэннямі (не менш за 5 задач)
27	Элементарныя функцыі	10	[12, с. 118-131]	Пісьмовы доказ уласцівасцей усіх элементарных функцый Выкананне тэставых заданняў. Зрабіць падборку задач са школьных вычэбных дапаможнікаў на ўласцівасці элементарных функцый.

ПРЫКЛАДНЫ ПЕРАЛІК ЗАДАННЯЎ КІРУЕМАЙ САМАСТОЙНАЙ РАБОТЫ СТУДЭНТА

Ліміт лікавай паслядоўнасці

Модуль 1: Сфармуляваць азначэнне паслядоўнасці ўкладзеных адрэзкаў, прынцып укладзеных адрэзкаў. Прывесці прыклады паслядоўнасцей адрэзкаў і знайсці іх ліміт.

Модуль 2: Сфармуляваць азначэнне падпаслядоўнасці, тэрэму Бальцана-Вейерштраса аб існаванні збежнай падпаслядоўнасці ў абмежаванай паслядоўнасці, тэрэму аб збежнасці падпаслядоўнасці збежнай паслядоўнасці, крытэрыі Кашы існавання ліміту паслядоўнасці.

Модуль 3: Даказаць прынцып укладзеных адрэзкаў. Прадставіць пісьмовую справаздачу з доказам. Прадставіць пісьмовую справаздачу з доказамі пералічаных тэрэм.

Ліміт функцыі ў пункце

Лекцыі

Модуль 1: Сфармуляваць азначэнне ліміта функцыі ў пункце па Кашы і па Гейне, тэрэму аб эквівалентнасці гэтых азначэнняў.

Сфармуляваць азначэнне эквівалентных функцый, тэрэму аб першым грунтоўным ліміце.

Модуль 2: Прывесці прыклады знаходжання ліміта функцыі ў пункці па азначэнню па Кашы і па Гейне. Прадставіць пісьмовую справаздачу з рашэннямі не менш, чым 6 прыкладаў на знаходжанне лімітаў функцый ў пункце па азначэнню.

Модуль 3: Даказаць тэарэму аб эквівалентнасці азначэнняў по Кашы і па Гейне. Прадставіць пісьмовую справаздачу з доказам.

Практычныя заняткі

Модуль 1: Прывесці формулы, якія адпавядаюць другому грунтоўнаму ліміту. Прывесці формулы, якія адпавядаюць другому грунтоўнаму ліміту.

Модуль 2: Прадставіць пісьмовую справаздачу з рашэннямі не менш, чым 10 прыкладаў на знаходжанне лімітаў функцый пры дапамозе перша і другога грунтоўных лімітаў і эквівалентных функцый.

Модуль 3: Сфармуляваць тэарэму аб прыстасоўванні эквівалентных функцый да вылічэння лімітаў і даказаць яе.

Непарыўныя функцыі і іх уласцівасці

Модуль 1: Сфармуляваць азначэнне раўнамерна непарыўнай функцыі. Сфармуляваць тэарэму аб раўнамернай непарыўнасці функцыі на адрэзку. Прывесці прыклады функцый раўнамерна непарыўных на адрэзку.

Модуль 2: Прадставіць пісьмовую справаздачу з даследваннем функцыі на раўнамерную непарыўнасць на адрэзку.

Модуль 3: Прадставіць пісьмовую справаздачу з доказам тэарэмы Кантара аб раўнамернай непарыўнасці.

Вызначаны інтэграл

Лекцыі

Модуль 1: Сфармуляваць інтэгральнае азначэнне лагарыфмічнай функцыі.

Модуль 2: Сфармуляваць уласцівасці лагарыфмічнай функцыі. Прадставіць пісьмовую справаздачу з доказам уласцівасцей лагарыфмічнай функцыі праз інтэгральнае азначэнне.

Модуль 3: Сфармуляваць інтэгральнае азначэнне лагарыфма па адвольнай аснове.

Практычныя заняткі

Модуль 1: Сфармуляваць тэарэмы аб пасярэднім значэнні інтэграла і даць іх геаметрычную інтэрпрэтацыю.

Модуль 2: Прадставіць пісьмовую справаздачу з рашэннямі не менш, чым 5 прыкладаў на прыстасаванне тэарэм аб пасярэднім значэнні інтэграла.

Модуль 3: Прывесці прыклады выкарыстання тэарэмы аб пасярэднім значэнні інтэграла.

Выкарыстанні вызначанага інтэграла

Модуль 1: Сфармуляваць азначэнне вызначанага інтэграла, прынцып Кавльеры.

Модуль 2: Разгледзець задачы аб вылічэнні ціску і работы пры дапамозе вызначанага інтэграла. Прадставіць пісьмовую справаздачу знаходжання аб'ёмаў целаў.

Модуль 3: Прадставіць пісьмовую справаздачу з вырашанымі задачамі аб вылічэнні ціску і работы.

Дыферэнцыяльнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных

Лекцыі

Модуль 1: Сфармуляваць азначэнні скалярнага і вектарнага поля, вектарназначнай функцыі некалькіх зменных.

Модуль 2: Прадставіць пісьмовую справаздачу з не менш, чым 5 прыкладамі вектарназначнай функцыі некалькіх зменных.

Модуль 3: Даказаць тэарэму аб вытворнай вектарназначнай функцыі.

Практычныя заняткі

Модуль 1: Сфармуляваць азначэнні вытворнай ў накірунку, градыента, тэарэму аб існаванні і вылічэнні вытворнай ў накірунку.

Модуль 2:

Сфармуляваць сувязь паміж вытворнай у накірунку і градыентам. Прадставіць справаздачу з не менш, чым 5 прыкладамі вылічэння вытворнай у накірунку і градыента.

Модуль 3: Даказаць тэарэму аб існаванні і вылічэнні вытворнай ў накірунку. Сфармуляваць сувязь паміж вытворнай у накірунку і градыентам. Прадставіць справаздачу з доказами тэарэмы аб існаванні і вылічэнні вытворнай ў накірунку.

Інтэгральнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных

Модуль 1: Сфармуляваць азначэнне трайнога інтэграла, тэарэму аб замене зменнай у трайным інтэграле, азначэнні памерных каардынатаў ў прасторы, цыліндрычныя каардынатаў.

Модуль 2: Прадставіць справаздачу з не менш, чым 4 прыкладамі знаходжання трайнога інтэграла праз замену зменных.

Модуль 3: Прадставіць справаздачу з не менш, чым 4 прыкладамі знаходжання трайнога інтэграла пры дапамозе сферычных каардынатаў.

Шэрагі

Модуль 1: Сфармуляваць азначэнні лікавага шэрага, збежнага лікавага шэрага, знакададатнага, знакачаргавальнага лікавага шэрага, тэарэму Рымана

Модуль 2: Сфармуляваць азначэнні і уласцівасці ступеневай функцыя з паказчыкам n і $1/n$ дзе n - натуральны лік, арыфмітычнага корня ступеневай функцыя з рацыянальным паказчыкам, ступені дадатнага ліку з рацыянальным паказчыкам. Прадставіць справаздачу з доказамі уласцівасцей пералічаных функцый і ступені з рацыянальным паказчыкам.

Модуль 3: Прадставіць справаздачу з доказами тэарэмы Рымана.

Элементарныя функцыі

Модуль 1: Сфармуляваць азначэнні і уласцівасці ступеневай функцыя з паказчыкам n і $1/n$ дзе n - натуральны лік, арыфмітычнага корня ступеневае функцыя з рацыянальным паказчыкам, ступені дадатнага ліку з рацыянальным паказчыкам.

Модуль 2: Прадставіць справаздачу з доказами уласцівасцей пералічаных функцый і ступені з рацыянальным паказчыкам.

Модуль 3: Сфармуляваць азначэнні і уласцівасці ступеневай функцыя з ірацыянальным паказчыкам, ступені дадатнага ліку з сапраўдным паказчыкам..

ПЕРАЛІК РЭКАМЕНДАВАНЫХ СРОДКАЎ ДЫЯГНОСТЫКІ

Для атрымання аб'ектыўнай інфармацыі аб стане паспяховасці студентаў, для абгрунтавання вынікаў аб эфектыўнасці выкарыстання тых ці іншых інавацыйных адукацыйных тэхналогій, метадаў, прыёмаў, формаў навучання, для праектавання ўласнай педагагічнай дзейнасці з пэўным кантынгентам студэнтаў неабходна сістэматычна праводзіць розныя віды кантролю: апераджальны, бягучы, тэматычны, выніковы і выпускны. Кожны з іх ужываецца на пэўным этапе навучання і, акрамя ацэнкі ведаў, уменняў і навыкаў, выконвае ў педагагічным працэсе адну з функцый: стымулюючую, навучальную, дыягнастычную, выхаваўчую і інш.

Дыягностыка кампетэнцый можа праводзіцца ў розных формах.

У вуснай форме:

- вуснае апытанне на лекцыях і практычных занятках;
- калёквіумы;
- даклады на канферэнцыях;
- вусныя экзамены.

У пісьмовай форме:

- тэсты;
- кантрольныя апытанні;
- кантрольныя работы;
- пісьмовыя работы па аўдыторных (дамашніх) практычных практыкаваннях;
- рэфераты;
- курсавыя работы (праекты);
- справаздачы па навукова-даследчай рабоце;
- публікацыі артыкулаў, дакладаў;
- пісьмовыя экзамены;
- стандартызаваныя тэсты;
- ацэньванне на аснове модульна-рэйтывавай сістэмы.

У вусна-пісьмовай форме:

- справаздачы па дамашніх практычных практыкаваннях з іх вуснай абаронай;

- курсавыя работы (праекты) з іх вуснай абаронай;
- экзамены;
- абарона дыпломнай работы (праекта);
- ацэньванне на аснове модульна-рэйтывавай сістэмы.

У тэхнічнай форме:

- электронныя тэсты;
- электронныя практыкумы.

МЕТАДЫЧНАЕ ЗАБЕСПЯЧЭННЕ

1. Электронныя вырыянты лекцыі на тэму “Мноства сапраўдных лікаў, адпаведнасці паміж імі”.

2. Электронныя вырыянты лекцыі на тэму “Сапраўдныя функцыі сапраўднай зменнай”.

3. Электронны варыянт лекцыі па тэме “Параўнанне бясконца малых і бясконца вялікіх”.

4. Электронны варыянт лекцыі па тэме “Дыферэнцыял”.

5. Электронны варыянт лекцыі па тэме “Нявызначаны інтэграл. Метады інтэгравання”.

6. Электронны варыянт лекцыі па тэме “Няўласныя інтэгралы”.

7. Электронны варыянт метадычнага дапаможніка “Уводзіны ў матэматычны аналіз” [17].

8. Электронны варыянт метадычнага дапаможніка “Інтэгральнае злічэнне функцыі адной зменнай. Нявызначаны інтэграл. Вызначаны інтэграл”.

9. Электронны варыянт усіх тэставых заданняў у праграме “Простыя тэсты”.

10. Электронныя вырыянты лекцыі на тэму «Асноўныя структуры матэматычнага аналізу».

11. Электронныя вырыянты лекцыі на тэму «Дыферэнцыяльнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных».

12. Электронныя вырыянты лекцыі на тэму «Інтэгральнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных».

13. Вучэбны модуль «Элементарныя функцыі».

14. Электронны варыянт індывидуальных заданняў па тэмам «Дыферэнцыяльнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных», «Інтэгральнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных», «Шэрагі».

15. Электронны варыянт метадычных дапаможнікаў.

16. Электронны варыянт тэставых заданняў па тэмам «Асноўныя структуры матэматычнага аналізу», «Дыферэнцыяльнае злічэнне для функцыі некалькіх зменных», «Лікавыя шэрагі», «Функцыйныя паслядоўнасці і шэрагі» у праграме “Простыя тэсты”.

17. Вучэбны модуль «Элементарныя функцыі».